

Emergenssi tieteessä ja teologiassa

Huomioita Philip Claytonin emergenssiteoriasta

Ismo Virtanen
Uskonnonfilosofian pro gradu -tutkielma
Syyskuu 2011

Sisällysluettelo

Johdanto	2
1. Reduktionismi, fysikalismi ja dualismi	7
Fysikalismi.....	7
<i>Fysikalismin filosofisia ongelmia</i>	9
<i>Luonnontieteelliset argumentit fysikalismia vastaa</i>	13
Dualismi.....	18
Vaatimuksia kolmannelle vaihtoehdolle.....	22
2. Emergenssi	23
Heikko ja vahva (episteeminen ja ontologinen) emergenssi	27
Emergenssi luonnontieteissä Philip Claytonin mukaan.....	37
<i>Fysiikka ja kemia</i>	37
<i>Keinotekoiset systeemit</i>	38
<i>Biokemia</i>	39
<i>Biologia</i>	40
<i>Evoluutio</i>	41
Emergenssi ja ihmismieli.....	44
Yhteenveto Philip Claytonin emergenssikäsityksestä	51
3. Emergenssi suhteessa moderniin fysiikkaan, kompleksisuuden tutkimukseen ja kaaosteoriaan	53
Newtonista kaaosteoriaan	53
Kvanttifysiikka ja epätarkkuusperiaate.....	63
Johtopäätöksiä.....	70
4. Transsendentti Claytonin emergenssiteoriassa	72
Philip Claytonin perustelut teismille	78
Jumalan vaikutus emergentissä maailmassa	82
Arvioita Claytonin emergenssiteoriasta.....	91
Loppukatsaus	93
Lähteet ja kirjallisuus	97
Lähteet ja apuneuvot.....	97
Kirjallisuus.....	97

Johdanto

Tavallisesti ajatellaan, että fysikalismi ja dualismi ovat maailmankatsomuksina toisilleen vastakkaiset ja edustavat tietystä mielessä ääripäitä mahdollisten maailmankatsomuksien joukossa. Fysikalisti ajattelee, että kaikki maailman ilmiöt ovat pohjimmiltaan fyysisiä ja ainakin jollain tasolla palautettavissa fysiikkaan. Todellisuus on vain osiensa summa.¹ Dualisti taas katsoo, että ihmisen mentaalaisia ominaisuuksia ei voida luonnontieteen keinoin tutkia. Tietoisuus ei ole aivojen osien summa vaan jotain laadullisesti täysin toisenlaista. Ateismi ja uskonottomuus liitetään yleisesti fysikalismiin, kun taas useimpien suurten uskontojen perustassa on nähtävissä jonkin asteinen dualismi. Eräät tunnetut fysikalistit, kuten Rickhard Dawkins ja Daniel Dennett, Suomessa Kari Enqvist, ovatkin viime aikoina esittäneet hyvin uskontokriittisiä ja -kielteisiä ajatuksia. Fysikalismiin maailmankatsomuksena sisältyy kuitenkin filosofisia ongelmia, joista viittaa George F. R. Ellisin, Niels Henrik Gregersenin ja Sami Pihlströmin kirjoituksiin. Dualismi taas on luonnontieteen näkökulmasta jossain määrin ongelmallinen.

Vaihtoehtoiset katsantokannat eivät kuitenkaan rajoitu fysikalismiin ja dualismiin, eikä niitä edes välttämättä voida pitää jonkinlaisen katsomuksellisen jatkumon ääripäinä. Kolmatta vaihtoehtoa on rakennettu muun muassa emergenssin käsitteen varaan. Näin tekee myös Philip Clayton, jonka emergenssiteoriaa tässä työssä erityisesti esittelen.² Termin kantasana on latinankielen sana *emergeo*, joka tarkoittaa esiin nousemista.³ Englanninkielen sana *emergency* voidaan kääntää esimerkiksi ”odottamaton tapaus”, ja verbi *emerge* muun muassa ”sukeltaa”, ”nousta esiin”, ”ilmaantua” tai ”syntyä”.⁴ Nämä kaikki kuvaavat jollain tavoin sanan sisältöä luonnontieteissä ja filosofiassa. Suomenkieliseksi vastineeksi on ajoittain tarjottu sanaa *kehkeytyminen*.⁵ Käytän kuitenkin vakiintuneempaa vierasperäistä väännössanaa. Emergenssi liitetään tapahtumiin, relaatioihin tai prosesseihin, joissa syntyy jotain sellaista uutta, joka ei ollut suoraan nähtävissä niiden lähtökohdissa.⁶ Jos luonnossa tai yhteiskunnassa esiintyy emergenssiä, se tarkoittaa, etteivät näiden kaikki monimutkaiset rakenteet ole palautettavissa elementteihinsä ja niiden vuorovaikutukseen.⁷ Näitä uusia ominaisuuksia⁸ voidaan kutsua

¹ Enqvist 1998, 11–18.

² Clayton 2004, 1.

³ Pihlström 2000, 1.

⁴ Hurme, Pesonen, Syväoja 1995: Englantilais-suomalainen suursanakirja.

⁵ Pihlström 2000, 1.

⁶ Gregersen 2006, 767–768.

⁷ Pihlström 2000, 1.

emergenteiksi. Jos objektista tai objektien joukosta X kehittyy objekti Y, jolla on X:n ominaisuuksiin nähden emergenttejä ominaisuuksia, voidaan sanoa, että Y:n ominaisuuden *emergeituvat* X:n ominaisuuksista, tai että Y *emergeituu* X:stä. Lisäksi ainakin Nils Henrik Gregersen puhuu *emergentismistä* (emergentism) filosofisena suuntauksena ja kutsuu sen edustajia *emergentisteiksi* (emergentist).⁹

Emergenssiin verrattavia käsityksiä on nähtävillä jo Aristoteleen filosofias-
sa.¹⁰ Ensimmäistä kertaa emergenssi -sanaa suurin piirtein nykyisessä filosofises-
sa merkityksessään käytti George Henry Lewes 1800-luvun jälkipuoliskolla.¹¹ Metatieteellinen teoria emergenssistä luotiin kuitenkin vasta 1920-luvulla Britan-
niassa. Merkittävimpiä tuon aikakauden emergentistejä olivat Samuel Alexander,
C. Lloyd Morgan ja C. D. Broad.¹²

Näkemys emergenssin luonteesta on vaihdellut eri vuosikymmeninä ja riip-
puu myös tutkijan metafysisestä asennoitumisesta. Emergenssin käsitettä voivat
jossain merkityksessä käyttää myös hyvin fysikalistisesti orientoituneet tutkijat.
Niels Henrik Gregersen mainitsee emergenssille kuitenkin kolme ehtoa, joista
vallitsee melko laaja yksimielisyys niiden tutkijoiden keskuudessa, jotka ylipää-
ttään näkevät emergenssin nimenomaan vakavasti otettavana metafysisenä vaih-
toehtona. Emergenttien tulee ensinnäkin olla uusia kvaliteetteja. Kvantitatiivisesti
lähtökohdista laskemalla saatavat ominaisuudet eivät ole emergenttejä. Esimer-
kiksi veden ja hapen reagoidessa syntyy vettä. Vedyllä ja hapella ei ole huoneen-
lämmössä nestemäistä olomuotoa ja pintajännitystä, joten nämä ovat ainakin jos-
sain mielessä emergenttejä ominaisuuksia. Sen sijaan veden massa, joka saadaan
laskemalla vedyn ja hapen massat yhteen, ei voi olla emergentti. Toiseksi, luonto
nähdään sisäkkäisenä hierarkiana, jossa ylemmät emergentit tasot pitävät sisällään
alemmat tasot. Elävällä organismilla on esimerkiksi ominaisuuksia, joita ei synny
epäorgaanisen kemian reaktioissa. Silti elävässä organismissa tapahtuu noita reak-
tioita, ja ne luovat sen olemassaolon perustan. Kolmanneksi, ylemmän tason omi-
naisuuksia ei voida ennustaa alemman tason perusteella, eikä ylempi taso ole pa-
lauttavissa alemman tason prosesseiksi. Käsitys todellisuudesta on siis holisti-
nen. Tapahtumia ei voida selittää vain alhaalta ylöspäin siten, että kaikki voitaisiin
palauttaa alkeishiukkasten ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen. Päinvastoin on

⁸ Englannin kielessä käytetään tässä yhteydessä sanaa *property*, jonka merkitys on laajempi kuin suomenkielen sanan *ominaisuus*. Parempaa vastinetta on kuitenkin vaikea löytää.

⁹ Gregersen 2006, 767–768.

¹⁰ Clayton 2004, 7.

¹¹ Clayton 2004, 7.

¹² Gregersen 2006, 767.

otettava huomioon myös ylemmän tason vaikutus alaspäin.¹³ Emergenssi -sanaa käytetään kuitenkin myös heikommassa merkityksessä. Nämä kolme ehtoa viittaavat näkemykseen emergenssistä, jota tässä työssä kutsun *vahvaksi* tai *ontologiseksi emergenssiksi*.

Gregersenin mainitsemista ehdoista ensimmäinen on määritelmän luonteinen, eikä ehdon täyttävien tapahtumien olemassaoloa ole tarpeen epäillä. Vedellä on kiistatta täysin erilaiset ominaisuudet kuin vedyllä ja hapella. Toinenkin ehto on ainakin luonnontieteen näkökulmasta varsin helppo hyväksyä. Kolmas ehto on sen sijaan ongelmallisempi. Mitä tarkoittaa, että jonkin kvaliteetin syntyminen on alemman tason perusteella mahdotonta ennustaa tai selittää? Entä miten tällainen mahdottomuus voitaisiin käytännössä todentaa myös teoreettiseksi mahdottomuudeksi ja osoittaa, ettei se johdu vain puutteista alemman tason ominaisuuksien tuntemuksessa ja niitä koskevissa teorioissa? Esimerkiksi ensimmäisen ehdon kohdalla mainitut veden nestemäinen olomuoto ja pintajännitys eivät välttämättä täytä kolmatta ehtoa. Niitä ei kylläkään voi päätellä vedyn ja hapen ulkoisista ominaisuuksista, mutta niiden syntyminen voidaan selittää kun tunnetaan vedyn ja hapen atomirakenne. Toisaalta voimme kuvitella ihmisen, joka ei koskaan ole nähnyt mitään nestemäistä mutta hallitsisi kaiken mahdollisen atomin rakenteesta. Hän voisi laskea miten vesimolekyylit tulevat käyttäytymään ja sitoutumaan toisiinsa. Voisiko hän sen sijaan kuvitella, miltä nestemäinen olomuoto tuntuu tai miltä pintajännitys näyttää? Olisivatko ne hänelle varsinaisesti uusia kvaliteetteja? Emergenssin tutkimus ja näkemyserot sen luonteesta painottuvatkin juuri kolmannen Gregersenin mainitsemista ehdoista.

Emergenssi -sanaa käytetään useissa eri konteksteissa hieman eri tavoin. Tässä työssä tarkastelen emergenssiä kuitenkin metafyyssisenä teoriana, jolla saattaa olla annettavaa luonnontieteen – ennen muuta evoluutioteorian, kosmologian ja hiukkasfysiikan – filosofisen kontekstin ymmärtämisessä. Philip Claytonin mielestä emergenssiteoria voi vastata moniin niistä metafyyssisistä ja luonnontieteellisistä ongelmista, jotka fysikalismi ja dualismi jättävät avoimiksi. Erityisesti se on yhteensopiva evoluutioteorian kanssa.¹⁴ Metafyyssisenä teoriana emergenssi on pohja maailmankatsomukselle, jonka mukaan historian kuluessa maailmassa syntyy ennestään olemassa olevien elementtien vuorovaikutuksen kautta sellaisia uusia asioita, joita ei voida selittää vain näiden elementtien toiminnan ja ominai-

¹³ Gregersen 2006, 767–768.

¹⁴ Clayton 2004, 1–2.

suuksien perusteella. Todellisuus on siis enemmän kuin osiensa summa.¹⁵ Emergenssi maailmankatsomuksen osana ei välttämättä vaadi uskonnollisia painotuksia. Se tarjoaa kuitenkin uuden näkökulman tarkastella uskonnollisia traditioita, erityisesti käsitystä maailman synnystä ja luomisesta.¹⁶ Kun fysikalismi ei jätä tilaa uskonnolle ja luonnontieteessä suhtaudutaan torjuvasti dualismiin, emergenssi voisi ehkä olla yksi mahdollinen filosofinen viitekehys, jossa uskonnollinen usko ja luonnontiede voitaisiin sovittaa yhteen. Sekä Clayton että Gregersen tarkastelevat myös emergenssin teologisia mahdollisuuksia.¹⁷

Varsinkin elämän synnyssä ja kehittymisessä maapallolla halutaan usein nähdä emergenttejä piirteitä. Toisaalta kaaosteoria ja kompleksista säännönmukaisuutta synnyttävien matemaattisten algoritmien tutkimus (Computational Complexity, CC) ovat pyrkineet selittämään ilmiöitä, asioita tai todellisuuden tasoja, joita emergenssiteorian kannattajat pitävät emergentteinä. Gregersen pitää näitä eräänlaisena välimuotona fysikalismin ja vahvan emergentin todellisuuden tulkinnan välillä.¹⁸ Kaaosteoria tutkii prosesseja, joissa mielivaltaisen pienet erot alkuasetuksissa voivat tuottaa täysin toisistaan poikkeavia lopputuloksia. Kaaosteoriassa esiintyy muun muassa merkittävässä roolissa takaisinkytkennän¹⁹ käsite, jota Clayton näyttäisi pitävän jonkinasteisena emergenssin tunnusmerkkinä.²⁰

Tutkimukseni kuuluu uskonnonfilosofian alaan. Tarkoitukseni on filosofisen analyysin keinoin selvittää emergenssin käsitettä Philip Claytonin ajattelussa ja sen suhdetta modernin luonnontieteen kysymyksiin, sekä emergenssiteorian teologisia sovelluksia.

Ensimmäisessä luvussa käsittelen lyhyesti fysikalismia ja dualismia, sekä niiden ongelmia filosofian ja luonnontieteen näkökulmasta. Koetan määritellä ne kysymykset, joihin vaihtoehtoisen teorian pitäisi vastata ollakseen aidosti hyödyllinen. Toisessa luvussa pyrin tarkastelemaan, mitä emergenssi on ja miten erityisesti Philip Clayton sen ymmärtää. Käsittelen myös Claytonin näkemystä mielestä ja tietoisuudesta emergenttinä ilmiönä.

Kolmannessa luvussa pyrin arvioimaan emergenssiteoriaa kaaosteoriaan ja modernin fysiikan teorioihin nähden. Kvanttifysiikka viittaa todellisuuden epäkausalisuuteen alkeishiukkasten tasolla. Toisaalta epäkausalisuudesta ei voi

¹⁵ Clayton 2004, 156.

¹⁶ Gregersen 2006, 768.

¹⁷ Clayton 2004, 157; Gregersen 2006, 777.

¹⁸ Gregersen 2006, 771.

¹⁹ Gribbin 2005, 15, 141.

²⁰ Clayton 2004, 79–80.

vetää johtopäätöstä emergenssin ilmenemisestä, koska epäkausalisuus ei välttämättä synnytä uusia kvaliteetteja. Toistaiseksi on selvittämättä, voiko yksittäisen alkeishiukkasen epäkausalisella käyttäytymisellä käytännössä olla merkitystä makroskooppisella tasolla. Vastauksen saaminen edellyttäisi luultavasti jonkinlaista kvanttifysiikan ja kaaosteorian yhdistämistä, mitä ei ainakaan vielä ole tehty.²¹ Vaikuttaisi siltä, että Clayton näkee emergenssiä ilmiöissä, joita kaaosteoria pyrkii omalla tavallaan selittämään. Clayton muun muassa mainitsee Belusovin-Žabotinskin reaktion, jota on tutkittu myös kaaosteorian keinoin.²² Onko Clayton väärässä, ovatko emergenssi- ja kaaosteoria jossain mielessä päällekkäiset vai tulkitsevatko Clayton ja kaaosteorian tutkijat samoja tieteellisiä havaintoja ja tosiasioita filosofisesti eri tavoin? Näihin kysymyksiin pyrin etsimään vastauksia.

Viimeisessä luvussa tarkastelen emergenssiteorian teologisia sovelluksia. Esittelen ja arvioiden jälleen lähinnä Philip Claytonin ajatuksia, mutta myös esimerkiksi Gregersen käsittelee emergenssiä teologisena kysymyksenä. Lopuksi pohdin, vastaako Claytonin emergenssiteoria niihin kysymyksiin, jotka esittelin ensimmäisen luvun lopussa.

Pääasiallinen tutkimuskohteeni on Philip Claytonin kirja *Mind and Emergence – From Quantum to Consciousness*. Gregersenin kohdalla viitataan lähinnä hänen kirjassa *The Oxford Handbook of Science and Religion* ilmestyneeseen artikkeliinsa *Emergence and Complexity*. Kaaosteorian ja kompleksisuuden osalta tukeudun pääasiassa John Gribbinin kirjaan *Syvä yksinkertaisuus – Kaaos, kompleksisuus ja elämän synty*. Lisäksi käytän muita suomalaisia ja ulkomaisia artikkeleita ja kirjoja filosofian, uskonnonfilosofian ja fysiikan aloilta.

²¹ Gregersen 1995, 171.

²² Clayton 2004, 74; Gribbin 2005, 141–143.

1. Reduktionismi, fysikalismi ja dualismi

Tässä luvussa pyrin määrittelemään, mitä fysikalismilla ja dualismilla tarkoitetaan filosofiassa, sekä pureutumaan niitä vastaan esitettyyn kritiikkiin. Fysikalismiin liittyy vahvasti reduktion käsite, ja termi reduktionismi on merkitykseltään ainakin osittain päällekkäinen fysikalismin kanssa. Esittelemäni argumentit fysikalismia vastaan voisi karkeasti jakaa filosofisiin ja luonnontieteellisiin tai matemaattisiin. Ensin mainitut pyrkivät osoittamaan, että fysikalismi ainakin maailmankatsomuksena on sisäisesti epäkoherentti tai käytännössä mahdoton elää todeksi. Tähän ryhmään kuuluvat Sami Pihlströmin ja Georg Ellisin esittämät argumentit. Jälkimmäiset ovat luonnontieteen sisäisiä huomioita tekijöistä, joiden palauttaminen fysiikkaan vaikuttaa vaikealta. Argumentit dualismia vastaan ovat lähinnä luonnontieteellisiä.

Fysikalismi

Toivo Salosen *Filosofian sanat ja konseptit* sanoo, että *reduktionismi* on ”pyrkimys selittää jonkin alueen ilmiöt palauttamalla ne toisen alueen ilmiöiksi. Se esiintyy myös pyrkimyksenä hahmottaa erityistieteitä, jolloin ne palautetaan hierarkian kautta viime kädessä teoreettiseen fysiikkaan”.²³ Reduktiolla voidaan esimerkiksi uskontotieteessä tarkoittaa pyrkimystä selittää uskonnolliset riitit ja kokemukset yhteiskuntatieteiden tai psykologian käsittein, ottamatta varsinaisesti kantaa siihen, ovatko kaikki maailman ilmiöt palautettavissa fysiikan lauseisiin. Määritelmän jälkimmäinen lause viittaa kuitenkin fysikalismiin, josta Salonen toteaa muun muassa, että se on ”fysiikan asettamista perustieteeksi ja tieteellisyyden malliksi” ja että ”kaikissa tieteissä – ihmistieteet mukaan lukien – mielekkäiden väitteiden on oltava käännettävissä fysiikan kielelle”.²⁴ Sami Pihlström puolestaan toteaa, että ”fysikalismi voidaan ymmärtää ensisijaisesti ontologisena tai metafysisenä väitteenä, jonka mukaan fysikaalinen (fysiikan tutkima) todellisuus on perustava, kaikkeen muuhun nähden ensisijainen. Kaikki ei-fysikaalinen joko on jollakin tavalla epätodellista ja illusorista tai voidaan palauttaa eli redusoida fysikaaliseen.”²⁵ Reduktionismi voi siis kontekstista riippuen olla eriasteista, kun taas fysikalismi on eräs reduktionismin äärimmäinen muoto, joka kieltää muun kuin fysikaalisiksi lauseiksi palautettavissa olevan tiedon aidon olemassaolon tai

²³ Salonen 2008, 213.

²⁴ Salonen 2008, 95.

²⁵ Pihlström 2006, 26.

oikeutuksen. Viime kädessä kaikki maailman ilmiöt ovat ainakin teoriassa selitettävissä alkeishiukkasten ominaisuuksien ja neljän perusvuorovaikutuksen²⁶ avulla.

Luonnontieteet ovat aina metodiltaan reduktiivisia, toisin sanoen niiden tavoitteena on tehdä ilmiöt ymmärrettäväksi ja ennustettaviksi palauttamalla ne kyseisen tieteenalan käsitteistöön. Esimerkiksi salama on luonnonilmiö, jonka ihminen havaitsee pilvestä maahan iskevänä valojuovana ja jyrinänä. Fysiikan käsitteistöllä kyse on sähkövarauksen purkautumisesta – elektronien liikkeestä – jota säätelevät tietyt tutkimuksen kautta tiedossa olevat lainalaisuudet. Biologiassa ihmisen ominaisuudet pyritään selittämään evoluutioteorian avulla, geenin, mutaation ja luonnonvalinnan käsitteitä käyttäen. Geenit ovat DNA-molekyylin osia ja voidaan palauttaa kemian käsitteistöön, joka taas atomin rakenteen tarkastelun kautta on palautettavissa fysiikkaan. Väite, että kaikki maailmankaikkeuden ilmiöt olisivat palautettavissa fysiikan käsitteistöön ja selitettävissä siinä, ei kuitenkaan ole fysiikan keinoin todennettavissa. Ainoa todiste väitteen puolesta on, että yhä uusille ja entistä monimutkaisemmille ilmiöille on näin pystytty tekemään. Luonnontieteen edustajan ei siis välttämättä tarvitse olla maailmankatsomukseltaan fysikalisti.

Välitön kokemuksemme tai intuitiomme maailmasta ei ole fysikalistinen. Selkeimmin tämä tulee esille pohdittaessa ajattelun suhdetta aivoihin. Esimerkiksi keskustellessamme toisen ihmisen kanssa emme seuraa hänen aivoissaan tapahtuvia sähköisiä ja kemiallisia prosesseja. Mentaaliset tilat tuntuvat olevan jotain aivojen fysikaalisiin prosesseihin nähden itsenäisesti olemassa olevaa. Ne eivät ole ainakaan toistaiseksi fysiikan käsittein kuvailtavissa. Aivojen ja ihmismielen suhdetta on fysikalismissa pyritty selventämään *supervenienssin* eli *päältämisen* käsitteellä: mentaaliset ominaisuudet supervenioivat eli päältävät fysikaalisia. Tämä tarkoittaa, että jos kahdella oliolla on täsmälleen samat fysikaaliset ominaisuudet, myös muilla kuin fysiikan käsitteillä ilmaistavat ominaisuudet ovat samat, ja jos muilla käsitteillä ilmaistavat ominaisuudet muuttuvat, myös fysikaalisten ominaisuuksien on täytynyt muuttua. Sen sijaan supervenienssi ei välttämättä sulje pois mahdollisuutta, että esimerkiksi samat mentaaliset tilat vastaisivat useampia erilaisia fysikaalisia tiloja. Sami Pihlströmin mukaan supervenienssi ei kuitenkaan ratkaise mielen ja aivojen suhteen ongelmaa, vaan ainoastaan auttaa ongelman muotoilussa. Se ei kerro, miksi mentaaliset ominaisuudet ovat riippuvaisia fysi-

²⁶ Neljä perusvuorovaikutusta ovat *gravitaatiovuorovaikutus*, *sähkömagneettinen vuorovaikutus* sekä *heikko* ja *vahva vuorovaikutus*. Ks. esim. Beiser 1995, 495.

kaalisista juuri sillä tavoin kuin ne ovat.²⁷ Superveniessin ja emergenssin on toisinaan ymmärretty tarkoittavan yhtä ja samaa asiaa. Tällöin supervenioivat ominaisuudet olisivat jollain tavoin enemmän kuin niitä vastaavat fysikaaliset ominaisuudet. Niillä olisi jonkinlainen riippumaton olemassaolo fysikaaliseen tasoon nähden. Varsinkin fysikalismien yhteydessä superveniessi on kuitenkin ymmärrettävä heikommin tulkittuna, niin että esimerkiksi mentaalisia ominaisuuksia ei tiettyssä mielessä oikeastaan ole olemassa, vaan yhtä hyvin voitaisiin puhua kutakin mentaalista tilaa vastaavasta aivotilasta.²⁸ Tässä suhteessa supervenienssia vahvempi käsite on *realisaatio*: kaikki maailman objektit, ilmiöt ja ominaisuudet ovat joko fysikaalisia tai fysikaalisesti ”todellistuneita” eli realisoituneita. Esimerkiksi mentaalisten ominaisuuksien ei tällöin katsota olevan epätodellisia, mutta ne realisoituvat vain fysikaalisten ilmiöiden kautta. Maailma on siis pohjimmiltaan fysikaalinen, ja fysikaalinen kuvaus maailmasta jollain tavoin ”todellisempi” kuin ei-fysikaalinen.²⁹

Fysikalismien filosofisia ongelmia

Fysiikan ja ylipäätään luonnontieteiden tutkimuksen menestystä maailmankaikkeuden ilmiöiden selittämisessä ja hyödyntämisessä ihmiselämän tarpeisiin on usein käytetty argumenttina fysikalismien puolesta. Tieteen saavutuksia ei kukaan voikaan täysin mitätöidä. Nykypäivän elämä teknisine apuvälineineen on niin fysiikan tutkimustuloksille pohjautuvien sovellusten kyllästämiä, ettei ole perusteltua yrittää kiistää luonnontieteiden reduktioon perustuvan tutkimusmetodin toimivuutta tai oikeutusta. On kuitenkin useita argumentteja, jotka osoittavat, että fysikalismi nimenomaan maailmankatsomuksena on hyvin ongelmallinen, jopa mahdoton. Käsittelem seuraavaksi muutamia niistä.

Sami Pihlström on pyrkinyt osoittamaan, että ”yritys puolustaa fysikalismia teesinä, joka on tosi tai ainakin totuutta indikoiva (empiirisiin perusteisiin oikeutettu), on refleksiivisesti epäkoherentti.”³⁰ Esitän argumentin seuraavassa hieman Pihlströmin alkuperäistä esitystä lyhentäen:

1. *Premissi*: Fysikalistien mielestä fysikalismi on teesi, jota voi pitää totena. Fysikalisti uskoo aidosti maailman olevan teesin mukainen ja pyrkii vaikuttamaan niin, että muutkin ajattelisivat samoin.

²⁷ Pihlström 2006, 27.

²⁸ Pihlström 2000, 1–2.

²⁹ Pihlström 2006, 27.

³⁰ Pihlström 2006, 28.

2. *Premissi:* Väite jonkin teesin totuudesta on normatiivinen väite. Väittäessään fysikalismia todeksi fysikalisti sitoutuu normatiivisesti strukturoituneeseen tutkimukseen.
3. *Kohdan 2 seuraus:* Totuus on arvo ja uskomusten normatiivinen ominaisuus, hyvä asia jota meidän tulisi kaikessa tavoitella.
4. *Kohdan 1 seuraus:* Koska fysikalisti uskoo, että fysikalismi on tosi, hänelle arvoja ei ole olemassa. Ne ovat joko illusorisia tai ainakin jollain tavoin vähemmän todellisia kuin fysikaaliset objektit, ja ne voidaan redusoida viime kädessä fysikaalisiin ilmiöihin.
5. *Seuraus lauseista 3 ja 4:* Jos fysikalismi on tosi, totuutta ei ole, koska totuus on arvo ja normatiivinen ominaisuus, ja sellaisena illusorinen tai epätodellinen.
6. *Seuraus lauseesta 5:* Koska fysikalismissa mikään ei ole totta tai epätotta, myöskään fysikalismi itse ei teesinä ole tosi.
7. *Seuraus lauseista 1 ja 6:* Yritykset ilmaista fysikalismi ja puolustaa sitä totena teesinä ovat sisäisesti ristiriitaisia.
8. *Seuraus lauseesta 7:* Fysikalismi tulee epäkoherenttina hylätä.³¹

Pihlström ei tällä argumentilla pyri osoittamaan fysikalismia epätodeksi, vaan osoittamaan, että me ihmisinä emme ole fysikalismiin nähden sellaisessa asemassa, josta käsin voisimme pitää sitä totena tai epätotena. Fysikalismiin sitoutunut tutkija joutuu lopulta redusoimaan paitsi itsensä, myös oman tutkimuskäytäntönsä ”pelkäksi fysikaaliseksi tai ’fysikaalisesti todellistuneeksi’ tutkimusobjektiksi” ja ”näin tehdessään ikään kuin sekoittaa tutkimuksen subjektin ja objektin”.³²

Pihlström myöntää, että hänen argumenttinsa vaatii normatiivisen totuuskäsitteksen. Totuus voidaan ymmärtää myös vain eräänlaisena väitelauseen ja todellisuuden välisenä korrelaationa. Tosien väitelauseiden löytäminen on joka tapauksessa tutkimuksen päämäärä. Fysikalisti joutuu myöntämään, että ”totuus on jokin sellaista, mikä ohjaa toimintojamme, kun osallistumme tutkimukseen”. Tämä pyrkimys totuuteen ei fysiikan käsittein ole perusteltavissa.³³ Fysikalismiin sitoutuneen tutkijan on lopulta mahdotonta perustella itselleen, miksi hän tutkii, tai miksi jonkun toisen pitäisi suhtautua hänen tutkimustuloksiinsa tosina väitteinä.

³¹ Pihlström 2006, 28.

³² Pihlström 2006, 28.

³³ Pihlström 2006, 29.

George F. R. Ellis on pohtinut luonnontieteen rajoja muun muassa etiikan, estetiikan ja elämän tarkoituksen kannalta. Nähdäkseni hänen esittämänsä fysikalismiin kritiikki palautuu pitkälti Pihlströmin argumenttiin normatiivisten väitteiden illusorisuudesta fysikalismissa. Luonnontiede ei pysty sanomaan, mikä on oikein tai väärin, rumaa tai kaunista, tai elämän tarkoitus. Se voi vain pyrkiä selittämään, miksi koemme tietyt asiat oikeina tai kauniina tai elämässä tavoiteltavina päämäärinä. Samalla se tavallaan selittää ne pois ja mitätöi ne.³⁴ Koetan tiivistää Ellisin kaltaista argumentaatiota seuraavaan itse kehittelemääni esimerkkiin:

Koululainen Lauri on livahtanut välitunnilla läheiseen kauppaan. Hänellä on ehdottoman vedenpitävä suunnitelma, kuinka varastaa karkkipussi kaupasta. Mitään kiinnijäämisen riskiä ei ole. Seisoessaan karkkihyllyn edessä Laurille tulee kuitenkin tunne, että hän on tekemässä väärin eikä hänen pitäisi varastaa karkkeja. Hän alkaa pohtia, miksi hänestä tuntuu siltä. Aikansa pohdittuaan hän päättää kysyä asiaa hyllyn takaa ilmestyvältä asiakkaalta, joka sattuu olemaan fysikalisti. Fysikalisti perustelee tunteen evoluutiolla. Aikojen kuluessa selviytymiselle ja geenien eteenpäin siirtymiselle on ollut eduksi, että yhteisön jäsenet eivät varasta toisiltaan. Sellaisilla ihmisillä, jotka Laurin tavoin ovat tunteneet varastamisen olevan väärin, on ollut paremmat mahdollisuudet jäädä henkiin ja jatkamaan ihmis sukua.³⁵ Geenit taas ovat molekyylin osia, molekyylit ovat kemiaa ja koostuvat atomeista, joita fysiikka tutkii. Tunne on siis silkkaa fysiikkaa. Koska fysikalisti ei pysty perustelevaan, miksi juuri Laurin geenien pitäisi siirtyä eteenpäin, Lauri poistuu kaupasta tyytyväisenä varastettu karkkipussi taskussa. Aidon fysikalistin tavoite on kertoa, miksi asiat maailmassa ovat juuri niin kuin ne ovat. Jos hän sen sijaan sortuu sanomaan jotain siitä, miten niiden pitäisi tulevaisuudessa olla (tässä tapauksessa, mitä Laurin pitäisi tehdä), hän ei enää ole fysikalisti. Hän voi ehkä fysiikan teorioiden perusteella ennustaa, millainen maailma tulee olemaan, jos Lauri varastaa karkit tai jättää ne varastamatta, ja hän voi ehkä jopa kertoa, kumman vaihtoehdon Lauri todennäköisemmin tulee valitsemaan. Valinnan lopputuloshan riippuu vain alkeishiukkasten asemista Laurin aivoissa. Valinta, jonka Lauri kokee tekevänsä, on itse asiassa fysikaalisten prosessien määräämä ja hänen tunteensa vapaasta valinnasta vain harhaa.³⁶ Sen sijaan vaihtoehtojen paremmuuden arviointi ei ole palautettavissa fysiikkaan.

³⁴ Ellis 2006, 760.

³⁵ Selitys lienee evoluutioteorian näkökulmasta vähintäänkin puutteellinen, mutta antaa luultavasti käsityksen siitä, mitä ajan takaa.

³⁶ Enqvist 1998, 227.

Lauri saattaa ehkä vielä miettiä tekonsa seurauksia: kauppias voi tulla surulliseksi tai vihaiseksi, kun huomaa että tavaraa varastetaan, tai jopa joutua taloudelliseen ahdinkoon. Fysikalistikin nyökyttelee että näin voi käydä. Mutta fysikalisti ei pysty vastaamaan, miksi kauppiiaan pitäisi olla onnellinen. Lauri voi vedota kultaiseen sääntöön: älä tee muille sitä mitä et toivoisi itsellesi tehtävän. Mutta fysikalisti ei pysty perustelemaan, miksi edes Laurin itsensä pitäisi olla onnellinen, onhan moni muukin tässä maailmassa hyvin onneton. Fysikalisti ei voi arvottaa, mikä on hyvää elämää ja mikä huonoa, sillä kun hän palauttaa nämä käsitteet fysiikkaan, samalla katoavat kaikki välineet tällaisen arvion tekemiseen.

Jos Lauri on riittävän fiksu, hän ennen pitkää huomaa saman ongelman koskevan kaikkia eettisiä valintoja, ja lopulta kaikkia mahdollisia valintoja. Pihlströmin argumenttiin viitaten, jos fysikalisti pitää fysikalismia totena teesinä, hän ei voi enää sanoa, miksi maailmassa pitäisi sitoutua vain teeseihin jotka ovat tosia. Kaikki se mikä antaa elämään merkityksen ja mielekkyyden – lopulta myös merkitys ja mielekkyys itsessään käsitteinä – on vain illuusio. Pohjimmiltaan todellista on vain alkeishiukkasten liike tiettyjen vuorovaikutusten ohjailemana eikä siläkään ole enää mitään merkitystä. Siitä mitä kutsutaan ihmiselämäksi, ei jää mitään jäljelle.

Fysikalismi rationaalisen maailmankatsomuksena on käytännössä mahdoton. Jos sellaiset käsitteet kuin totuus, hyvyys, kauneus, rakkaus ja tarkoitus ovat palautettavissa fysiikkaan ja niitä vastaavat tunteet vain illuusio tai suvunjatkamisen väline, todellisuus itsessään muuttuu yhdentekeväksi – tai ei oikeastaan sitäkään, sillä yhdentekevyydskin on vain illuusio. Mistään on turha sanoa mitään – paitsi että turhuuskin on vain illuusio. Fysikalisti on redusoinut itsensä olemattomiin, vaikkei aina itse sitä huomaakaan. Ellis viittaa G. Monbiotin artikkeliin *Elämällämme ei ole tarkoitusta* (Our life has no purpose). Kaikesta päätellen Monbiot kuitenkin näkee kyseisen artikkelin kirjoittamisen hyvinkin merkityksellisenä. Artikkelin sisältö ja sen kirjoittamisen antama viesti ovat ristiriidassa keskenään. Tarkoituksettomuudesta ei voi rehellisesti kirjoittaa.³⁷ Loppujen lopuksi fysikalistille myös järki ja rationaalisuus ovat illusorisia ja palautettavissa fysiikkaan.³⁸ Voiko järjellä luotettavasti arvioida järjen luonnetta, on varsin paradoksaalinen kysymys.

³⁷ Ellis 2006, 759.

³⁸ Ellis 2006, 758.

Kari Enqvist tosin kiistää fysikalismien ongelmat etiikan alueella, vaikka myöntääkin merkitysten ja vapaan tahdon illusorisuuden.³⁹ Enqvistin lähestymistapa on äärimmäisen pragmaattinen. Vapaa tahto on kyllä illuusio, mutta koska mielen fysiikka on niin monimutkaista, ettemme koskaan käytännössä pysty laskemaan kenenkään tulevia päätöksiä etukäteen, ongelmaa ei tarvitse ottaa vakavasti. Enqvist sanoo, että ihmisen tapa kokea ja hahmottaa maailma on efektiivinen kuvaus todellisuudesta.⁴⁰ Efektiivisestä kuvauksesta hän sanoo, että se on ”keskiarvotettu ja/tai likiarvotettu todellisuutta yksinkertaistava ja karkeistava kuvailu”.⁴¹ Vapaa tahto ja tunne-elämä ovat yksinkertaistettuja kuvauksia niiden taustalla olevien alkeishiukkasten vaikutuksesta. Kun ilmiöt puretaan osasiinsa, ihmisuus häviää. Ihmisinä olemme olemassa vain tuolla omalla efektiivisellä tasolla, ja juuri siksi voimme pitää tunteitamme ja kokemuksiamme todellisina.⁴² Itse näkisin Enqvistin ajattelussa joko pienen älyllisen epärehellisyyden tai vaihtoehtoisesti hienoisen luopumisen tiukimmasta fysikalismista. Voi olla, että olemme olemassa vain tuolla efektiivisellä, keskiarvotetulla tasolla. Se ei kuitenkaan poista sitä, että pohjimmiltaan olisimme silloin vain alkeishiukkasia. Jos keskiarvon ottaminen suuresta hiukkasjoukosta tarjoaisi jotenkin kelvollisen pohjan elämän mielekkyydelle, eikö se osoittaisi, että kokonaisuus on sittenkin jotain enemmän kuin osiensa summa.

Luonnontieteelliset argumentit fysikalismia vastaan

Fysikalismia on kritisoitu myös luonnontieteen ja jopa fysiikan sisäisin argumentein. Koska useat argumentit fysikalismia vastaan ovat samalla argumentteja emergenssin puolesta, käsittelen niitä myös kahdessa seuraavassa luvussa. Kiinnitän silloin erityisesti huomiota Philip Claytonin esittämiin näkökohtiin ja esimerkkeihin. Käsittelen tässä kuitenkin ilmiöiden palautuvuutta fysiikkaan yleisemmin ja nostan esiin pari esimerkkiä, jotka eivät suoraan liity emergenssiin. Fysikalisti väittää, että kaikki maailman ilmiöt ovat pohjimmiltaan palautettavissa fysiikkaan. Ennen eri argumenttien arviointia on syytä tarkemmin selvittää, mitä jonkin ilmiön palauttaminen fysiikkaan käytännössä tarkoittaa.

Matematiikan sanotaan olevan fysiikan kieli. Fysiikan teoriat ovat eräänlaista todellisuuden kääntämistä matematiikan yhtälöiksi. Esimerkiksi klassisessa mekaniikassa kappaleen sijainti voidaan määrittellä ajan funktiona jossain koor-

³⁹ Enqvist 1998, 25.

⁴⁰ Enqvist 1998, 228–230.

⁴¹ Enqvist 1998, 232.

⁴² Enqvist 1998, 228–230.

dinaatistossa. Kappaleen nopeus on tällöin funktion ensimmäinen derivaatta ja kiihtyvyys toinen derivaatta. Suhteellisuusteoriassa valon nopeus on vakio kaikissa koordinaatistoissa. Siksi aika on suhteellista, ja edellä sanottu pitää sitä huominnon paikkansa, mitä suurempi on kappaleen nopeus. Klassinen mekaniikka voidaan kuitenkin palauttaa suhteellisuusteoriaan, kun se ymmärretään raja-arvona kappaleen nopeuden lähestyessä nollaa.

Kun puhutaan tieteen ja erityisesti fysiikan roolista todellisuuden luonteen ymmärtämisessä, täytyy siis lähteä liikkeelle matematiikan perusteista. Matemaattinen teoria on periaatteessa abstraktio, joka koostuu *aksioomista*, *määritelmistä*, *lauseista* ja *lauseiden todistuksista*. Teorian pohjaksi tarvitaan kuitenkin peruskäsitteitä, joita ei määritellä. Tyhjästä ei voi aloittaa. Peruskäsitteiden avulla voidaan määritellä muita käsitteitä. Käsitteiden suhteita määrittämään valitaan aksioomia, väitteitä, joita ei perustella. Muut käsitteitä koskevat väitteet ovat lauseita, ja ne täytyy todistaa osoittamalla, että ne ovat tosia loogisella välttämättömyydellä, jos aksioomat ja jo todistetut lauseet ovat tosia. Loogiset päättelysäännöt ovat siis eräänlainen taustaoletus, joita tutkitaan matemaattisessa logiikassa. Teoria pyritään rakentamaan niin, että aksioomien joukko on mahdollisimman pieni, toisinsanoen oletetaan mahdollisimman vähän ja johdetaan oletuksista mahdollisimman paljon. Teorian kelvollisuuden kriteeriksi asetetaan yleensä, että sen tulee olla vähintään ristiriidaton. Aksioomat on valittava siten, että niistä ei ole mahdollista johtaa kahta keskenään ristiriidassa olevaa väitettä. Teorian sanotaan olevan *täydellinen*, jos jokainen teorian käsitteistössä oikein muotoiltu väite on periaatteessa mahdollista todistaa aksioomiin nähden todeksi tai epätodeksi.

Matemaattisia järjestelmiä ei kuitenkaan alun perin ole harkiten rakennettu aksioomien varaan, vaan tietyt asiat ovat eläneet ikään kuin kirjoittamattomina oletuksina. 1900-luvun alussa David Hilbert käynnisti prosessin, jonka tavoitteena oli luoda matematiikalle aksiomaattinen perusta. Tarkoitus oli etsiä eri järjestelmille aksioomat, joihin nähden kaikki matemaattiset väitteet olisivat todistettavissa tosiksi tai epätosiksi niin, että järjestelmä olisi näiden suhteen täydellinen. Kurt Gödel osoitti kuitenkin 1931, että tavoite on mahdoton. Valittiinpa aksioomat miten tahansa, aina jää tosia lauseita, joita ei ole mahdollista todistaa tosiksi.⁴³ Mikään äärellinen aksioomien joukko ei riitä tekemään kaikista matematiikan teorioista täydellisiä. Jotkut suppeat teoriat toki ovat täydellisiä.

⁴³ Kauffman 2008, 37.

Fysiikan tavoitteena on luoda yhtälöt, jotka kuvaavat alkeishiukkasten vuorovaikutuksia, ja joista olisi mahdollista johtaa kaikki muut fysiikan yhtälöt. Viime kädessä kaiken olemassa olevan käyttäytyminen olisi palautettavissa alkeishiukkasten käyttäytymistä kuvaaviin yhtälöihin. Fysiikan yhtälöt ovat matemaattista. Koska kaikki todet lauseet eivät ole aina matemaattisen järjestelmän sisällä todistettavissa tosiksi, on luonnollisesti hyväksyttävä se mahdollisuus, etteivät kaikkia ilmiöitä kuvaavat yhtälöt ole johdettavissa fysiikan yhtälöistä.

Kompleksisuuden tutkimuksen uranuurtaja Stuart A. Kauffman käy kirjassaan *Pyhän uudelleen keksiminen* läpi suuren määrän luonnontieteellisiä argumentteja fysikalismia vastaan. Mainitsen tässä niistä muutamia esimerkin omaisesti. Kauffman toteaa, että monet fyysikot itsekin kyseenalaistavat fysikaalisen reduktionismin. Hän viittaa erityisesti fysiikan nobelisteihin Philip W. Andersoniin ja Robert Laughliniin, sekä Leo Kadanoffiin.⁴⁴ Heistä viimeksi mainittu on kiinnittänyt huomiota kysymykseen, jota kutsutaan kahden alusta ongelmaksi. Nesteen virtausta kuvaavia Navierin-Stokesin yhtälöitä ei osata johtaa kvanttimekaniikasta. Sen sijaan ne ovat johdettavissa yhtälöistä, jotka kuvaavat kuvitteellista ”fyysikoiden leikkimaailmaa”. Siinä hiukkaset noudattavat yksinkertaisia lakeja kuusikulmaisessa hilassa. Navierin-Stokesin yhtälöt saattavat periaatteessa olla johdettavissa myös kvanttifysiikasta, vaikkei sitä osatakaan vielä tehdä, mutta kumpaan niiden voi sanoa redusoituvan, kvanttifysiikkaan vai kuusikulmaiseen leikkimaailmaan?⁴⁵

Toinen, hieman vastaava esimerkki tulee matemaattisen graafiteorian soveltamisesta eräisiin kemiallisiin reaktioihin tai aineen olomuodon muutoksiin. Graafiteoriaa voi havainnollistaa napeilla ja langoilla. Kemiassa napit ovat molekyyliä ja langat niiden vuorovaikutusta. Levitetään suuri määrä nappeja lattialle ja aletaan yhdistellä niitä satunnaisesti langanpätkillä. Aluksi syntyy lähinnä kahden napin yhdistelmiä, vähitellen jo kertaalleen yhteen nappiin liitetyt napit tulevat liitetyiksi muihinkin nappeihin. Syntyy erikokoisia yhteen liitettyjen nappien ryhmiä. Lopulta tullaan kriittiseen pisteeseen, jossa vain muutaman langan lisääminen liittää lähes kaikki napit toisiinsa. Tätä voidaan kutsua faasimuutokseksi. Tämä on reaktion tai olomuodon muutoksen kannalta keskeinen hetki. Graafiteoria siis selittää fysikaalisia tapahtumia, mutta se on matemaattinen teoria, ei fysi-

⁴⁴ Kauffman 2008, 34–40.

⁴⁵ Kauffman 2008, 39–40.

kan yhtälö.⁴⁶ Sitä ei voi johtaa alkeishiukkasten käyttäytymistä kuvaavista yhtälöistä, koska alkeishiukkasten välillä ei ole vuorovaikutusta, jota voisi kuvata graafilla. Teorialla on selittävää arvoa vasta, kun alkeishiukkaset ovat ensin järjestäytyneet atomeiksi ja molekyyleiksi, joiden välille voi muodostua kemiallisia sidoksia.

Tällä hetkellä tunnetut ja päteviksi tunnustetut fysiikan teorianat eivät muodosta yhtenäistä kokonaisuutta. Esimerkiksi kvanttimekaniikkaa ja suhteellisuusteoriaa ei ole toistaiseksi onnistuttu yhdistämään. Viime aikoina vahvin ehdokas näiden yhdistämiseksi on ollut säieteoria, jossa hiukkasia ei ajatella perinteiseen tapaan pisteinä, vaan säikeitä, joiden värähtelyt vastaavat kaikkia hiukkasia ja voimia. Säieteoriassa on kuitenkin törmätty vakavaan kahden alustan ongelmaan. Vaihtoehtoisia ehdot täyttäviä teorioita näyttäisi olevan noin kymmenen potenssiin viisisataa kappaletta.⁴⁷ Toisaalta nykyisen hiukkasfysiikan standardimallin ja suhteellisuusteorian yhtälöt sisältävät kaikkiaan noin kaksikymmentäkolme vakiota, joiden suuruus on määritettävä hyvin tarkasti, jotta teoria tuottaisi sellaisen maailmankaikkeuden jossa me elämme. Maailmankaikkeus näyttäisi olevan hyvin tarkasti viritetty meidän kaltaisellemme elämälle suotuisaksi.⁴⁸ Selitys säieteorian vaihtoehtoilille ja vakioiden hienoviritykselle voisi olla niin sanottu heikko antrooppinen periaate ja muiden maailmankaikkeuksien olemassaolo. Lukemattomissa maailmankaikkeuksissa olisi kussakin eri luonnonvakiot, jotka johtaisivat erilaiseen kehitykseen. Vain osa näistä olisi suotuisia älyllisen elämän syntymiselle. Siksi me älylliset olennot olisimme tietysti olemassa juuri tässä maailmankaikkeudessa, jossa kehityksemme on ollut mahdollista.⁴⁹

Heikko antrooppinen periaate tuntuu järkevältä ja loogiselta. Se on kuitenkin vain oletus. Jos meillä ei ole keinoa olla muiden maailmankaikkeuksien kanssa vuorovaikutuksessa tai edes vahvistaa niiden olemassaoloa, emme Kauffmanin mielestä oikeastaan ole selittäneet mitään. Siksi on kyseenalaista, noudattaako heikkoon antrooppiseen periaatteeseen tukeutuva tutkija luonnontieteen perusteita.⁵⁰

Kun seuraavassa luvussa ryhdyn käsittelemään luonnossa mahdollisesti esiintyvää emergenssiä, on keskeisellä sijalla niin sanottu alaspäin -vuorovaikutus

⁴⁶ Kauffman 2008, 79.

⁴⁷ Kauffman 2008, 45.

⁴⁸ Kauffman 2008, 42.

⁴⁹ Kauffman 2008, 44–45.

⁵⁰ Kauffman 2008, 45.

(top-down action), jota fysiikka ei pysty huomioimaan.⁵¹ Tällä tarkoitetaan tilanteita, joissa kompleksinen rakenne vaikuttaisi kokonaisuutena sen osasiin, jolloin suora reduktio osatekijöihin ei selitä ilmiötä.⁵² Kompleksisella rakenteella olisi siis kausaalista vaikutusta, jota ei voi selittää sen osasten toiminnalla. Esimerkiksi George Ellisin mielestä karhujen sopeutuminen ympäristöönsä tai raha voisivat olla esimerkkejä ylhäältä alas -vuorovaikutuksesta. Kunkin eliön DNA:n kehittymiseen on vaikuttanut sen ympäristö kokonaisuutena, eikä se ole ymmärrettävissä yksinomaan biokemian perusteella. Ruskeakarhulla on ruskean ja jääkarhulla valkoisen turkin geenit niiden erilaisen elinympäristön vuoksi. Ihmisten maailmassa talon rakentamiseen tarvitaan rahaa. Rahalla on siis kiistatta vaikutusta aineelliseen maailmaan, mutta raha on sosiaalinen sopimus, ei varsinaisen rakennuksen elementti. Taloa rakennettaessa sen osasiin siis vaikuttaa jokin valmista taloa vielä paljon kompleksisempi tekijä kokonaisuutena.⁵³ Palaan seuraavassa luvussa erityisesti Philip Claytonin esittämiin esimerkkeihin alaspäin -vuorovaikutuksesta. Sen olemassaolon arviointi luonnontieteellisin keinoin on vaikeaa, koska aikojen kuluessa erilaiset kehitysprosessit ovat jatkuvasti olleet vuorovaikutuksessa keskenään hyvin monimutkaisella tavalla. Sen esiintyminen onkin varsin kiistanalaista luonnontieteen piirissä.⁵⁴

Samaan ongelmakenttään liittyy myös ihmisten ja eläinten päämäärähakuisen toiminnan selittäminen. Ihmisillä ja monilla eläimillä on kyky toimintaan, jossa niiden käyttäytymistä ohjaa yksilöllinen päämäärä. Ne pystyvät jatkuvasti arvioimaan omaa tilannettaan tuon päämäärän suhteen ja muuttamaan toimintaansa sen mukaan. Ainakaan kaikkia päämääriä ei voida pitää geneettisesti määräytyneinä. Ihmisellä päämäärien valintaa ja niihin pyrkimisen keinoja ohjaavat monimutkaiset symbolisen tason prosessit ja sosiaaliset konstruktiot, joita ei voi samaistaa tiettyjen aivotilojen kanssa. Esimerkiksi shakin säännöt ovat sosiaalinen konstruktio, joka asettaa rajat nappuloiden liikkeelle pelilaudalla. Mikä on sääntöjen luonne? Ovatko ne jotain itsenäisesti, pelaajista riippumatta olemassa olevaa, jolla on kausaalista vaikutusta pelinappuloihin?⁵⁵ Muun muassa tämän tyyppisiin pohdintoihin päädytään, jos hylätään fysikalistinen näkemys maailmasta. Emergenssin kannattajien mielestä emergenssin käsitteestä voisi löytyä ratkaisu tämänkaltaisten ongelmien käsittelyyn.

⁵¹ Ellis 2004, 752.

⁵² Clayton 2004, 49; Ellis 2006, 752–753.

⁵³ Ellis 2006, 753–754.

⁵⁴ Clayton 2004, 50.

⁵⁵ Ellis 2006, 754–755.

Dualismi

Toivo Salo kirjassa *Filosofian sanat ja konseptit* dualismi määritellään toteamalla, että se ”sisältää ajatuksen todellisuuden kaksijakoisuudesta. Tapahtumien taustalle oletetaan kaksi rinnakkaista ja toisiinsa palautumatonta perusvoimaa, alkuperustaa tai selitysperstustaa”. Tällaisia ovat esimerkiksi henki – materia, sielu – ruumis ja hyvä – paha -parit.⁵⁶ Vastakohtana fysikalismille dualisti olettaa, etteivät kaikki ilmiöt ole teoriassakaan palautettavissa fysiikkaan. Lisäksi dualisti katsoo, että nimenomaan ihmisen mieli ja tietoisuus on jotain, jota ei voida fysiikan keinoin tutkia, henki, joka ei ole sidoksissa materiaaliseen ruumiiseen. Tämä on tärkeä täsmennys, kun myöhemmin määritän dualismin suhdetta emergenssiin. Dualismi jättää siis mahdollisuuden tarkastella ihmismielen ulkopuolista maailman täysin fysikalistisesti.

Dualismin piirteitä eri muodoissaan on nähtävillä sekä Raamatussa että myöhemmässä kristillisessä traditiossa. Luomiskertomuksen mukaan Jumala puhalsi ihmiseen elämän hengen. Materia oli jo olemassa ja ihmisen ruumis siitä muovattuna. Henki, sielu tai tietoisuus oli jotain aineellisen todellisuuden ylittävää, joka tuli suoraan Jumalalta ja annettiin vain ihmiselle. Ruumista voidaan kristillisessä kielenkäytössä kuvata sielun asunnoksi tai vankilaksi. Niin kristinuskossa kuin monissa muissakin uskonnoissa keskeistä on ajatus sielun kuolematomuudesta tai ajattomuudesta katoavaan tai ajalliseen materiaan verrattuna. Uuden ajan filosofiassa dualismi on liitetty erityisesti 1600-luvulla eläneeseen Rene Descartesiin.⁵⁷

Henki, sielu, mieli ja tietoisuus ovat sanoja, joiden merkitys on ainakin osittain päällekkäinen. Koetan lyhyesti kuvailla, kuinka itse hahmotan niiden eroja ja käytän niitä jatkossa. Kaksi ensimmäistä ovat yleisempiä uskonnollisessa, kaksi jälkimmäistä taas tieteellisessä kielenkäytössä. Henki-sanaan liittyy usein ajatus Jumalan hengestä tai ylipäätään jostakin tämän näkyvän, materiaalisen todellisuuden ulkopuolisesta tai ylittävästä tekijästä. Sielu-sana korostaa puhujan dualistista asennoitumista. Sielu on vahvasti jotain ruumiista erillistä. Mieli- ja tietoisuus-sanat kelpaavat myös silloin kun niiden vastineiden ajatellaan olevan vain fysikaalisten aivotilojen tuotetta. Mieli kuvaa tietoisuutta laajemmin ihmisen mentaalisia ominaisuuksia ja pitää sisällään myös tiedostamattomia prosesseja, kun taas tietoi-

⁵⁶ Salonen 2008, 61.

⁵⁷ Saarinen 1985, 128–131.

suus tarkoittaa nimenomaan ihmisen kykyä subjektiiviseen kokemukseen ja itsereflektioon.

Jotta dualismi voitaisiin sovittaa yhteen luonnontieteellisen tietämyksen kanssa, pitäisi jotenkin kyetä määrittämään ruumiin ja sielun vuorovaikutus ihmisen aivoissa. Dualistikin yleensä myöntää, että aivot ohjaavat muun ruumiin toimintaa. Sielu siis kuitenkin asuisi aivoissa tai vaikuttaisi aivojen kautta. Koska sielu jo määritelmänsä mukaisesti on täysin luonnontieteellisen tutkimuksen ulottumattomissa, pitäisi aivoissa tapahtua fyysisiä muutoksia joilla ei ole fyysisistä syytä. Tällaisten muutosten todentaminen olisi kuitenkin perin vaikeaa. Sitä paitsi, jos sielu ei koostu mistään tunnetuista fysikaalisista objekteista, sen aikaansaamat atomien ja molekyylien liikkeet tai sähkövärähtelyt rikkovat fysiikan lakeja. Kapaleen saaminen liikkeelle vaatii voimaa, ja jokaisella voimalla on vastavoima. Esimerkiksi kiväärillä ammuttaessa luoti lähtee piipusta eteenpäin, ja samanaikaisesti ase potkaisee ampujaa taaksepäin. Jos sielu liikkutelisi aivoissa atomeita, siellä esiintyisi voima ilman vastavoimaa. Liikkuvalla atomilla taas olisi liikeenergiaa, joka siis olisi syntynyt tyhjästä.⁵⁸

Kvanttifysiikka voisi teoriassa tarjota ratkaisun ongelmaan. Siinä hiukkasen voi ajatella olevan eräänlainen todennäköisyysaalto, joka kertoo todennäköisyydet sen havaitsemiselle kullakin ajanhetkellä. Hiukkanen on epämääräisessä tilassa (tai kaikissa tiloissa yhtä aikaa) kunnes sen aaltofunktio mittaustapahtumassa romahtaa yhteen mahdollisista tiloista.⁵⁹ Voisiko ihmisen tietoisuus olla jotenkin yhteydessä siihen, mihin tilaan hiukkanen romahtaa?⁶⁰ Kvanttifysiikan eräs suuri ongelma on selittää, mitä tarkoittaa mittaus. Mikä itse asiassa romahduttaa hiukkasen aaltofunktion?⁶¹

Eräät koetuloksetkin ruokkivat mielenkiintoisia spekulatioita. Kirjassaan Olemisen porteilla Kari Enqvist mainitsee muun muassa seuraavan kokeen. Siinä sähköiseen loukkuun vangittuihin beryllium-ioneihin kohdistetaan radiopulssi, joka saa ne nousemaan korkeammalle energiatasolle. Nousu tapahtuu siten, että käytännössä kaikki ionit ovat nousseet korkeammalle energiatasolle 256 millisekunnin kuluttua säteilytyksen aloittamisesta. Yksittäisen ionin nousuhetkeä ei kuitenkaan voida ennustaa, mutta mitä aikaisemmin yksittäisen ionin tila mitataan, sitä todennäköisempää on, että se on vielä perustilassa. Jos nyt kuitenkin

⁵⁸ Enqvist 1998, 34–38.

⁵⁹ Enqvist 1998, 38; Beiser 1995, 93–94.

⁶⁰ Enqvist 1998, 187.

⁶¹ Enqvist 1998, 172.

kaikkien ionien tila mitataan esimerkiksi neljän millisekunnin välein, vain pieni osa ioneista siirtyy 256 millisekunnin aikana korkeampaan tilaan. Jokainen mittaus romahduttaa kunkin ionin jompaankumpaan energiatilaan, ja koska säteilytyksen alussa perustila on paljon todennäköisempi, lähes kaikki ionit romahtavat siihen. Prosessi ei koskaan pääse kunnolla käyntiin. Jos ioneja voitaisiin seurata jatkuvasti, yhtään nousua korkeampaan energiatilaan ei tapahtuisi. Tietomme hiukkasten tiloista näyttäisi vaikuttavan niiden tulevaisuuteen.⁶²

Näyttäisi siis siltä, että tietoisuudella voisi olla jotain tekemistä kvanttilmiöiden kanssa. Hiukkasen olemassaolo olisikin tiettyssä mielessä havaituksi tulemista. Osoittaako tämä sitten, että tietoisuus on jotain ei-fysikaalista vai enemmänkin, että tietoisuuskin on kvanttilmiö? Ensimmäisessä vaihtoehdossa todellisuus ikään kuin realisoituisi vasta ihmisen tietoisuudessa. Jälkimmäisessä tietoisuus ja objektiivinen todellisuus kietoutuisivat kvanttimaailmassa toisiinsa. Esimerkiksi Kari Enqvist itse tuntuu suhtautuvan varsin varautuneesti paitsi dualismiin, myös ajatukseen tietoisuudesta kvanttilmiönä.⁶³ Suuremmissa kappaleissa, jollaisten kanssa käytännön elämässä olemme tekemisissä, kuten aivoissamme, hiukkasten välinen dekoherenssi tappaa kvanttitulojen epämääräisyyden: eri suuntiin vaikuttavat epämääräisyydet ikään kuin kumoavat toisensa. Makroskooppisen kappaleen sijainnissa tai tilassa ei ole mitään epämääräistä: Kuu on tiettyssä kohdassa taivaalla, vaikka emme sitä katsoisikaan.⁶⁴ Vaikka näin onkin, havainnon ja sen kohteen suhde alkeishiukkasten tasolla kertoo jotain oleellista todellisuuden luonteesta. Kvanttifysiikkaan palaan tarkemmin kolmannessa luvussa.

Jos ihmisen tietoisuuden, sielun tai hengen oletetaan olevan jotain aivoista erillistä, on joka tapauksessa hyvin vaikea sanoa, minkä osan ihmisen ulospäin näkyvistä ominaisuuksista se muodostaa. Erilaisten aivovammojen ja neurologisten sairauksien vaikutus ihmisen persoonaan ja identiteettiin osoittaa, että ne ovat riippuvaisia aivojen materiaalisesta rakenteesta, eivät irrallaan siitä. Esimerkiksi muisti on välttämätön pysyvän identiteetin rakentamiselle. Muistijäljet ovat konkreettisia fyysisiä kohteita aivoissa ja voivat tuhoutua.⁶⁵ Ei siis ole mahdollista ajatella, että identiteettimme, tunteemme ja halumme olisivat jotain itsessään aivoista erillistä, joka vain aivojen välityksellä vaikuttaa ruumiin toimintoihin.

⁶² Enqvist 1998, 172–174.

⁶³ Enqvist 1998, 185–193.

⁶⁴ Enqvist 1998, 205–218.

⁶⁵ Enqvist 1998, 11–12, 38–39.

Toisaalta ihmisen tietoisuuden tarkasteleminen vain aivojen fyysisinä prosesseina on sekin liian kapea näkökulma. Philip Clayton toteaa, että tietoisuuden tutkimisen suuri ongelma on nimenomaan subjektiivinen kokemus.⁶⁶ Periaatteessa on mahdollista tarkemmin ja tarkemmin mitata ja tutkia, mitä aivoissani tapahtuu kun esimerkiksi ajattelen sinistä väriä, pohdin matemaattista ongelmaa tai olen peloissani. On myös mahdollista tutkia, millaisiin fyysisiin tapahtumiin ruumiissani ne ehkä johtavat. Tällainen tutkimus ei kuitenkaan kerro mitään siitä, miksi tiedän että näin tapahtuu, tai miksi ylipäättään olen tietoinen olento. Jos joku tällaisen tutkimuksen perusteella tekee mittauksia aivoistani ja toteaa, että olen peloissani, tulos kertoo vain sen minkä jo tiedän. Jos se kertoo jotain muuta, mittaus on jotenkin epäonnistunut. Periaatteessa on kai mahdollista yrittää tutkia, millainen välitön muutos ihmisen aivoissa tapahtuu kun tietoisuus sammuu. Anestesiaalääketiede osaisi luultavasti kertoa jotain tästä puolesta. Tällainen tutkimus kertoo kuitenkin vain, millainen fyysinen rakenne tietoisuuden syntyyn tarvitaan, mutta ei mitään itse tietoisuuden luonteesta. Mieli on episteemisesti primaarinen aivoihin nähden.

Evoluution näkökulmasta jokaisella ominaisuudella pitäisi olla jokin tehtävä, joka ainakin jossain historian vaiheessa on auttanut eliötä pärjäämään kilpailussa ja sopeutumaan vallitseviin olosuhteisiin. Jos ajattelu on vain aivotiloja, jotka määräytyvät täysin deterministisesti aiemmista tiloista ja ulkoisista ärsykkeistä, on vaikea nähdä, mikä merkitys tietoisuudella olisi. Ihminenhän toimisi aivan yhtä hyvin ilman tietoisuutta, kuin kone, aivoihin tallentuneiden toimintaohjeiden ja aistien välittämien havaintojen ohjaamana.⁶⁷ Viime kädessä voinkin olla varma vain oman tietoisuuteni olemassaolosta. Periaatteessa kaikki muut ihmiset voisivat olla zombeja, täysin ihmisen kaltaisia olentoja vailla subjektiivisia kokemuksia.⁶⁸ Jotta tietoisuudella ja subjektiivisilla kokemuksilla voisi olla jokin todellinen tehtävä, niiden täytyy jotenkin voida vaikuttaa ulkoiseen maailmaan.⁶⁹

Tietoisuuden ongelman fysikalismissa voikin ehkä tiivistää seuraavasti: jos aivotilat määräävät subjektiiviset kokemukset yksikäsitteisesti, tietoisuudella ja subjektiivisilla kokemuksilla ei ole ulkoisen maailman kannalta mitään merkitystä. Esimerkiksi karhun kohtaaminen metsässä voi synnyttää minussa paniikin tunteen, mutta havainnon tuottama pakoreaktio olisi täsmälleen samanlainen riippu-

⁶⁶ Clayton 2004, 122.

⁶⁷ Clayton 2004, 101.

⁶⁸ Enqvist 1998, 50.

⁶⁹ Clayton 2004, 122.

matta siitä, onko minulla tietoisuutta vai olenko pelkkä zombi. Jos taas tietoiset kokemukset ovat aivoihin nähden ainakin jossain määrin itsenäisiä ja vuorovaikutus aivojen ja tietoisien kokemusten välillä on kaksisuuntaista, on kysyttävä, mikä on tämän vuorovaikutuksen suhde muihin fysikaalisiin prosesseihin nähden ja miten nykyisiä fysiikan teorioita voidaan laajentaa kattamaan myös tämän vuorovaikutuksen.

Vaatimuksia kolmannelle vaihtoehdolle

Edellä esittämäni perusteella määrittelin neljä ehtoa, jotka emergenssiteorian pitäisi täyttää ollakseen vakavasti otettava metafyyminen vaihtoehto fysikalismille ja dualismille:

1. Teorian tulee olla yhteensopiva luonnontieteellisen tietämyksen kanssa ja lisäksi myös ennakoida tietämyksen lisääntymistä. Se ei saa olla aukkojen teoria, jolla paikkaillaan tämänhetkisen tietämyksen puutteita. Tämä ehto sisältää oletuksen, että luonnontieteellä on oma paikkansa tämän todellisuuden hahmottamisessa. Emergenssi tietyssä mielessä edellyttää luonnontieteellisen metodin hyväksymistä, vaikka näkeekin todellisuudessa ja maailman kehityksessä ilmiöitä, joiden selittäminen ja ennakoiminen fysiikan pohjalta on mahdotonta.
2. Teorian tulee nähdä todellisina myös ne ihmiselämän osa-alueet, jotka fysikalismi redusoi pois. Sen täytyy tarjota reaalin olemassaolo totuuden käsitteelle, etiikalle, estetiikalle ja kokemukselle elämän mielekkyydestä. Teorian tulisi siis tarjota mahdollisuus sen lähtökohtiin nähden rationaaliselle maailmankatsomukselle.
3. Teoriaan täytyy sisältyä jokin näkemys ihmismielen ja aivojen suhteesta ja sen on tarjottava tässä suhteessa fysikalismiin ja dualismiin nähden hedelmällisempi lähestymistapa.
4. Ollakseen lisäksi hyödyllinen teologiassa, teorian pitäisi tarjota jokin uusi näkökulma ihmisen suhteesta transsendenttiin.

2. Emergenssi

Tarkastelen tässä luvussa emergenssiä vaihtoehtoisena filosofisena katsantokantana fysikalismiin ja dualismiin nähden ja erityisesti Philip Claytonin emergenssiteoriaa. Clayton katsoo, että fysikalismin ja dualismin vastakkainasettelu syntyi, kun Newtonin klassisen fysiikan teorit kohtasivat 1600-luvulla vallinneet metafysiset käsitykset, joiden juuret olivat antiikin Kreikassa, kristinuskossa ja keskiajan filosofisissa rakennelmissa. Myöhempi filosofinen ja luonnontieteellinen tutkimus on hänen mukaansa kuitenkin tehnyt tämän joko–tai -asetelman tarpeettomaksi. Filosofiasia Kant, saksalainen idealismi ja prosessiajattelu muuttivat käsitystä metafysiikasta. Non-objektivistinen epistemologia, kontekstualistinen tieteenfilosofia ja luonnontieteiden sisältä löytyneet tietämisen rajat mullistivat tietoteorian. Erityisesti kuitenkin evoluutioteoria ja käsityksemme koko maailmankaikkeudesta ajallisesti kehittyvänä kokonaisuutena on muuttanut asetelman perin pohjin. Clayton sanookin, että emergenssi on filosofinen katsantokanta ja tieteen tulosten pohjalta luotu malli, joka parhaiten sopii evoluutioteorian filosofiseksi kontekstiksi.⁷⁰ Kirjassa *Mind and Emergence – From Quantum to Consciousness* Clayton vain toteaa edellä mainitut emergenssiteorian syntyyn vaikuttaneet historialliset syyt. Hän on käsitellyt niitä laajemmin muissa julkaisuissaan⁷¹, mutta aihepiirin tarkempi analysointi ei ole tässä mahdollista.

Jo johdannossa hahmottelin Gregersenin kolmen ehdon pohjalta yleisluonteisen kuvauksen siitä, mitä emergenssi on. Emergenssin määrittäminen eksaktisti on hankalaa. Ennustamattomuuden ja uutuuden käsitteet eivät siihen riitä. Toisaalta se mitä olen jo edellä sanonut emergenssistä riittää luultavasti synnyttämään jonkinlaisen mielikuvan aiheesta. Tutkijallakin täytyy ensin olla emergenssistä jokin ennakkokäsitys, jota hän vertaa ympäröivään todellisuuteen ja muuhun filosofiseen käsitteistöön ja tarkentaa sitten.⁷² Pyrin siis myös tässä työssä lähestymään aihetta vähitellen eri kulmista tarkastellen, sen sijaan että tavoittelisin heti yksikäsitteistä ja eksaktia määritelmää.

Philip Claytonin mukaan emergenssi -sanaa käytetään ainakin viidellä eri tasolla:

⁷⁰ Clayton 2004, 1–2.

⁷¹ Clayton 2004, 1.

⁷² Clayton 2004, 45.

1. *Emergenssi tietyn tieteellisen teorian sisällä:* Termiä käytetään kuvaamaan jonkin tietyn fysikaalisen tai biologisen prosessin ominaisuuksia pohtimatta, käytetäänkö sitä samassa merkityksessä joissain muissa teorioissa.

2. *Emergenssitasot luonnossa:* Emergenssi liitetään laajemmin tiettyihin maailman ominaisuuksiin. Ne on ehkä tulevaisuudessa mahdollista yhdistää osaksi yhtenäistä tieteellistä teoriaa. ”Emergenssi tässä mielessä ilmaisee postuloituja yhteyksiä tai lakeja, joista voi tulevaisuudessa tulla perusta yhdelle tai useammalle tieteenalalle.”

3. *Emergenssi eri tieteenaloille yhteisenä metatieteellisenä terminä:* Emergenssi on yhdistävä tekijä useille eri teorioille. Teorioita on mahdollista vertailla tarkastelemalla, onko niissä ominaisuuksia, joita voisi kutsua emergenteiksi. Eri tieteenaloilla puhutaan esimerkiksi autokatalyyseistä, kompleksisuudesta ja itseorganisoituvuudesta, mutta näillä käsitteillä saattaa olla myös jotain yhteistä, jota voisi ehkä kutsua emergenssiksi.

4. *Emergenssi eri tieteellisten teorioiden välisinä siirtyminä:* Emergenssi on maailmankaikkeuden kehitykseen liittyvä teoria. Kehityksessä on emergentejä pisteitä, jotka näkyvät tieteessä esimerkiksi siirtyminä tieteenalalta toiselle. Maailmankaikkeuden kehitys on jatkumo, jossa aika ajoin esiintyy emergenssiä. Emergenssiteoria tarkastelee näitä emergentejä pisteitä ja pyrkii selittämään, miksi ne ovat niin kuin ovat.

5. *Emergenssi metafyyssisenä teoriana:* Emergenssi nähdään fysikalismien ja dualismien tavoin metafyyssisenä teoriana. Maailma on luonteeltaan sellainen, että se luo jatkuvasti uutta, yhä monimutkaisempaa todellisuutta.⁷³ Kohtien 1–4 kaltainen emergenssi toimii evidenssinä viidennelle, mutta ei voi yksin todistaa sitä. Metafyyssisen teorian ei kuitenkaan tarvitse olla johdettavissa todisteista, vaan se on hypoteesi maailmasta kokonaisuutena.

Clayton toteaa, että emergenssi voidaan siis nähdä luonnontieteellisenä, filosofisena, metafyyssisenä tai jopa uskonnollisena teesinä. Kaksi ensimmäistä edellä mainituista tasoista voidaan tulkita luonnontieteen piiriin kuuluviksi, toisin sanoen emergenssi määritellään luonnontieteen sisällä.⁷⁴ Emergenteiksi kutsutaan tällöin ymmärtääkseni ominaisuuksia, joiden synty ei ole ennustettavissa tai selitettävissä kyseisen tieteenalan käsitteistöllä ja välineillä.

⁷³ Clayton 2004, 41–42. Kohdan 2 lainauksen käänös on tämän työn tekijän.

⁷⁴ Clayton 2004, 42.

Kolmella viimeisellä tasolla emergenssi sen sijaan on yksittäisen tieteenalan käsitteistön yläpuolelle nouseva filosofinen tai metatieteellinen käsite, ja sen määritelmän tulisi olla yleisempi, eri tieteenaloilla sovellettavissa oleva määritelmä. Luonnollisesti on mahdollista, että jokin alemman tason tapaus osoittautuu emergentiksi myös ylemmän tason merkityksessä. Tässä työssä tarkastelen emergenssiä nimenomaan metafyyysisenä teoriana kuten Claytonkin. Hän kuitenkin katsoo, että teorian käyttökelpoisuuden arviointi on ennen muuta tieteenfilosofinen kysymys, joka edellyttää luonnontieteellistä tutkimusta.⁷⁵ Ymmärrän tämän niin, että emergenssiteorian kannattajan metafyyminen näkemys maailmasta ei ole fysikalistinen eikä dualistinen. Fysiikka tai mikään muu tiede ei pysty selittämään kaikkia maailman ilmiöitä, mutta dualismikaan ei ole tyydyttävä vaihtoehto. Tässä mielessä teoria on metafyyminen. Evidenssiä emergenssille löytyy kuitenkin eri tieteenalojen sisältä, ja sen testaaminen on luonnontieteellinen kysymys. Clayton korostaa joissain kohdin erityisesti emergenssin ja evoluution yhteensopivuutta. Hän tuntuu ajattelevan, ettei evoluutioteoria ole sovitettavissa yhteen sen enempää fysikalismien kuin dualisminkaan kanssa. Evoluution filosofinen arviointi edellyttää kuitenkin sen kääntämistä luonnontieteestä filosofian käsitteistöön. Emergenssin käsitteen kautta evoluutio olisi mahdollista siirtää filosofiseen kontekstiin ja arvioida sitä fysikalismiin ja dualismiin nähden.⁷⁶

Clayton toteaa, että jos emergenssi olisi pakko määritellä yhdellä lauseella, hän sanoisi sen olevan ”teoria, jonka mukaan kosmisessa evoluutiossa nousee toistuvasti esiin ennustamattomia, aiempaan palautumattomia ja uusia ilmiöitä.”⁷⁷ Näin tiivistetty määritelmä ei kuitenkaan ole tyydyttävä tai anna riittävää kuvaa emergenssiin liittyvistä kysymyksistä. Filosofian tavoitteena on luoda mahdollisimman yleisiä ja käsitteellisesti eksakteja teorioita. Eri luonnontieteiden kontekstit ja käsitteistöt ovat kuitenkin niin erilaisia, että kaikkiin tieteellisiin teorioihin soveltuvan yhteisen emergenssin käsitteen luominen on vaikeaa. Jos tietyt ilmiöt esimerkiksi fysiikassa määritellään emergenteiksi ja laaditaan niiden pohjalta määritelmä emergenssille fysiikan käsittein, on kyseenalaista, voidaanko määritelmän pohjalta tunnistaa emergenttejä ilmiöitä vaikkapa psykologian käsitejärjestelmässä. Toisaalta voidaan ajatella, että lähdetään etsimään emergenttejä ilmiöitä eri tieteenaloilta ja pyritään sitten niiden yhtäläisyyksien kautta löytämään määritelmä jonkinlaisella eri tieteisiin nähden neutraalilla kielellä. Emergenttien etsimi-

⁷⁵ Clayton 2004, 42.

⁷⁶ Clayton 2004, 1–2.

⁷⁷ Clayton 2004, 39. Lainauksen käännös on tämän työn tekijän.

nen eri tieteenaloilta edellyttää kuitenkin jo jonkinlaista käsitystä siitä, mitä etsitään, eli jonkinlaisen esiymmärryksen olemassaoloa. Määritelmän sijaan saadaan luultavasti joukko perheyhtäläisiä ilmiöitä eri tieteenaloilta. Tässä Clayton tarkoittaa perheyhtäläisyydellä yksilön tapaa nähdä tietyt asiat emergentteinä, samalla tavoin kuin hän tunnistaa esimerkiksi hyvinkin erialaiset koirat koiriksi miettimättä sen enempää koiran määritelmää. Mikään ei myöskään takaa että tämä esiymmärrys olisi eri luonnontieteisiin nähden neutraali. Lisäksi teorian soveltuvuutta tulisi lopulta vielä testata eri luonnontieteissä. Miten tilanne tulisi tulkita, jos tulokset ovat keskenään ristiriitaisia?⁷⁸

Claytonin tavoitteita ajatellen määritelmälle on yksi selkeä vaatimus: emergenssi on jotain, joka ei ole sovittavissa yhteen fysikalismiin tai dualismiin kanssa. Jos maailmassa on emergenssiä siinä muodossa kuin Clayton sen ymmärtää, fysikalismi teesinä on kumottu.⁷⁹ Jos puolestaan ihmisen tietoisuus on ainoa emergentti asia maailmassa, kyse on hänen mukaansa dualismista.⁸⁰ Esimerkiksi Charbel Nino el-Hani ja Antonio Marcos Pereira ottavat Claytonin mukaan emergenssiteoriassaan yhdeksi määritelmänsä neljästä peruspilarista ontologisen fysikalismiin. Korostaen teoriansa antidualistista luonnetta he toteavat koko todellisuuden rakentuvat fysiikan keinoin havaittavista objekteista. Clayton vertaa omaa näkemystään el-Haniin ja Pereiraan ja korjaa ontologisen fysikalismiin ontologiseksi monismiksi: todellisuus on kyllä muotoutunut yhdestä perusaineksesta, mutta fysiikan käsitteet eivät ole riittäviä selittämään kaikkia niitä muotoja, jotka tämä aines voi saada.⁸¹ Näihin Claytonin näkemyksiin myös Niels Henrik Gregersen yhtyy.⁸² Kyse lienee joka tapauksessa toisaalta korostuseroista ja siitä, mihin suuntaan kukin kokee tarpeelliseksi vetää rajaa, toisaalta siitä, että Clayton liittää omaan teoriaansa myöhemmin myös teologisen aspektin. Keskeisiä käsitteitä Claytonilla ovat myös ajassa tapahtuva kompleksisuuden kasvu, sekä alaspäin - kausaalisuus. Nämä käsitteet esiintyvät myös el-Hanilla ja Pereiralla. Kompleksisuuden kasvu liittyy Claytonilla nimenomaan Gregersenin mainitseman sisäkkäisen hierarkian syntymiseen. Systemin kompleksisuus kasvaa ajan kuluessa, ja kasvettuaan riittävästi se synnyttää uuden hierarkkisen tason.⁸³

⁷⁸ Clayton 2004, 44–45.

⁷⁹ Clayton 2004, 4.

⁸⁰ Clayton 2004, 107.

⁸¹ Clayton 2004, 4.

⁸² Gregersen 2006, 769.

⁸³ Clayton 2004, 4.

Jos emergenssi ymmärretään edellä mainituista tasoista neljännen tason mukaisesti ajallisen kehityksen myötä syntyneenä hierarkiana, vaikuttaisi järkevältä olettaa, että emergenssiä tulee esiintymään myös tulevaisuudessa niin kauan kuin maailmankaikkeus ylipäätään on olemassa. Emergenssin määritelmän sitominen jonkin nykyisen tai nykyisten luonnontieteiden käsitteistöön ei siis ole tästäkään näkökulmasta mahdollista.⁸⁴ Clayton päätyykin toteamaan, että ”emergenssi on malli, joka toimii useilla eri tasoilla”⁸⁵ ja että se on ”malli, joka toistuu poikki laajan tieteellisen (ja ei-tieteellisen) kentän”.⁸⁶ Systemin kompleksisuuden lisääntyminen tuottaa jossain vaiheessa uuden emergentin, jonka kompleksisuus puolestaan kasvaa kunnes se on riittävää seuraavaan emergenttiin siirtymään. Emergenssi on ymmärrettävissä vain, kun kaikkialla maailmassa nähtävissä olevia emergentejä ilmiöitä katsotaan kokonaisuutena riittävän pitkällä aikaperspektiivillä. Huomiota ei saa kiinnittää pelkästään yksittäisen kokonaisuuden ja sen osien suhteeseen, vaan myös näiden tapausten analogisuuteen.⁸⁷

Alaspäin -kausalisuuden (downward causation, top-down action) Clayton määrittelee ”prosessina, jossa jollain kokonaisuudella on aktiivinen, ei-additiivinen vaikutus sen osasiin”. Selkeimpiä ehdokkaita emergenteiksi ovat tapaukset, joissa kokonaisuus on jokin jonka hahmotamme erillisenä objektina, kuten solu, elin, organismi tai ihmisen tekemä kohde. Ihmisen mentaalisia kykyjä pidetään usein vahvimpana esimerkkinä tällaisesta kokonaisuudesta. Jos se kuitenkin olisi ainoa, kyse ei Claytonin mukaan enää olisi emergenssistä vaan dualismista. Claytonin ajatuskulun voi nähdäkseni ymmärtää seuraavalla tavalla: jos mentaaliset ominaisuudet olisivat ainoa emergentti asia maailmassa, olisi luontevaa ajatella että ne ovat ontologisesti jotain täysin toisenlaista fyysikaaliseen maailmaan nähden. Kyse ei enää olisi varsinaisesta alaspäin -vuorovaikutuksesta, koska fyysikaalinen maailma ei jakautuisi emergentteihin tasoihin, eikä tietoisuuden kompleksisuutta voisi mitenkään arvioida fyysikaalisen maailman objekteihin nähden.⁸⁸

Heikko ja vahva (episteeminen ja ontologinen) emergenssi

Kun tarkastellaan emergenssi -sanon käyttöä eri yhteyksissä, on keskeistä tehdä ero *heikon* ja *vahvan* emergenssin välillä. Clayton mainitsee niiden synonyymeinä

⁸⁴ Clayton 2004, 46–47.

⁸⁵ Clayton 2004, 47.

⁸⁶ Clayton 2004, 49.

⁸⁷ Clayton 2004, 49.

⁸⁸ Clayton 2004, 49–50.

termit *epistemologinen* ja *ontologinen* emergenssi. Nämä nimet kuvaavatkin käsitteitä paremmin. Heikko emergenssi koskee vain epistemologiaa mutta ei esitä ontologisia väitteitä. Vahva emergenssi puolestaan on nimenomaan ontologinen teoria. Kuten myöhemmin tässä luvussa käy ilmi, kirjallisuudessa esiintyy näille myös muita nimiä, ja joskus samaa termiä käytetään jopa täysin vastakkaisissa merkityksissä. Otan tämän esityksen pohjaksi kuitenkin Philip Claytonin käyttämät käsitteet heikko ja vahva emergenssi, ja pyrin vertaamaan muita määritelmiä Claytonin esittämiin.

Emergenssi metafyyssisenä teoriana edellyttää vahvaa tulkintaa, kun taas heikon emergenssin olemassaolon voi fysikalistikin joissain tapauksissa myöntää. *Heikon emergenssin* kannattajat katsovat, että emergenssissä on kyse ainoastaan tiedon mahdollisuuden rajoista.⁸⁹ Se on yleensä pyritty määrittelemään joko emergenttien *ennustamattomuuden* tai *palautumattomuuden* avulla. Ennustamattomuus tarkoittaa, että emergentit ovat kompleksisen systeemin ominaisuuksia, joita on mahdotonta ennustaa tarkastelemalla systeemin osasia. Tarkastelemalla systeemin osasia ja niiden välisiä vuorovaikutuksia ei edes teoriassa ole mahdollista päätellä ominaisuuksia, jotka niistä muodostettu systeemi saa. Palautumattomuus tarkoittaa, ettei näitä ominaisuuksia ole mahdollista kuvailla fysiikan käsitteiden avulla. Emergentit ovat kompleksisen systeemin ominaisuuksia, joita säätelevät niihin liittyvän erityistieteen lait. Näitä lakeja ei ole ainakaan käytännössä mahdollista esittää fysiikan käsitteistössä.⁹⁰ Emergenteilla ei kuitenkaan ole itenäistä kausaalista vaikutusta, vaan kausaaliset prosessit ovat puhtaasti systeemin osasten fysikaalisia prosesseja.⁹¹ Siksi systeemi ja sen osaset eivät eroa toisistaan ontologisesti. Emergenssi ei tällöin ole metafyyssinen käsite.⁹² Clayton esittää heikolle emergenssille seuraavan formaalin määritelmän: ”Ominaisuus F on systeemin S emergentti ominaisuus, jos (a) jos on olemassa laki, jonka mukaan kaikilla systeemeillä, joilla on sama mikrorakenne kuin systeemillä S, on myös ominaisuus F, mutta (b) F ei ole edes teoriassa pääteltävissä systeemin S perusosasten $C_1 \dots C_N$ perusteella, vaikka meillä olisi niistä täydellinen tietämys.”⁹³

Vahvan emergenssin kannattajat puolestaan katsovat, että kyse ei ole pelkästään tiedollisesta tai käsitteellisestä ongelmasta. Emergenteilla ominaisuuksilla on myös itsenäistä kausaalista vaikutusta, joka ei ole palautettavissa fysikaalisiin

⁸⁹ O’Connor & Hong 2006.

⁹⁰ O’Connor & Hong 2006.

⁹¹ Clayton 2004, 9.

⁹² O’Connor & Hong 2006.

⁹³ Clayton 2004, 10.

vuorovaikutuksiin. Clayton sanoo, että ”kosminen evoluutio tuottaa uusia, ontologisesti erillisiä tasoja, joita luonnehtivat niiden omat, toisistaan eroavat lait, säännönmukaisuudet ja kausaaliset voimat.”⁹⁴ O’Connorin ja Hongin mukaan fyysinen maailma koostuu fyysisistä olioista, yksinkertaisista tai yhdistelmistä. Osa yhdistelmistä on kuitenkin enemmän kuin osiensa summa ja saa uusia ominaisuuksia. Ne muodostavat kasvavan kompleksisuuden mukaisen tasojen hierarkian. Ylemmän tason uusien ominaisuuksien vuorovaikutusta säätelevät lait ovat perustavanlaatuisia: ne eivät ole palautettavissa alempien tasojen lakeihin. Edes äärettömän tietomäärän ja päättelykyvyn omaava olio ei pystyisi niitä alempien tasojen perusteella päättelemään.⁹⁵

Jo aiemmin mainitsemani alaspäin -kausalisuus liittyy nimenomaan vahvaan emergenssiin. Kun ylemmän tason ominaisuuksilla on itsenäistä kausaalista voimaa, ne voivat vaikuttaa systeemin alemman tason osasiin. Clayton korostaa alaspäin -kausalisuuden merkitystä. Kuten jo aiemmin totesin, hän käsittelee emergenssiä metafysisenä teoriana ja on siksi nimenomaan vahvan emergenssin kannattaja.⁹⁶ Clayton selventää mielestäni hyvin heikon ja vahvan emergenssin eroa puhumalla ensimmäisen kohdalla kokonaisuus–osa -pakotuksesta (whole–part constraint) ja jälkimmäisen kohdalla alaspäin -kausalisuudesta (top-down causation). Kokonaisuus–osa -pakotuksessa osa on pakotettu toimimaan tietyllä tavalla siksi, että se on osa juuri tätä kokonaisuutta. Kokonaisuudella ei ole aktiivista roolia osiensa toimintaan. Uusia ominaisuuksia syntyy, koska toistensa vaikutuksen alaisena osat on sidottu tiettyyn rooliin.⁹⁷ Yksinkertainen esimerkki tästä on kärrynpyörän molekyylien liike. Kun pyörä pyörii, sen molekyylien liikerataa ei voi ennustaa pelkästään molekyylien vuorovaikutusta tarkastelemalla. Pyörän osina molekyylit on pakotettu tiettyyn liikkeeseen. Pyörällä ei kuitenkaan ole aktiivista vaikutusta sen molekyyliin.⁹⁸

Alaspäin -kausalisuudessa kokonaisuudella puolestaan on aktiivinen rooli osiinsa nähden. Clayton pyrkii perustelevaan tällaisen vaikutuksen olemassaolon mahdollisuutta muun muassa eri tieteenalojen toisiinsa palautumattomalla käsitteistöllä. Todellisuuden eri tasojen toimintaa ohjaavat eri säännöt. Esimerkiksi jokaisella tieteenalalla on omat lakinsa, joiden avulla ne selittävät ja ennustavat ilmiöitä. Kaikki ilmiöt eivät ole kuvailtavissa tai selitettävissä pelkästään alem-

⁹⁴ Clayton 2004, 9.

⁹⁵ O’Connor & Hong 2006.

⁹⁶ Clayton 2004, 31.

⁹⁷ Clayton 2004, 51–52.

⁹⁸ Clayton 2004, 57.

man tason lakien perusteella, vaan toisinaan tarvitaan jopa ilmiön yläpuolella olevan tason lakeja. Esimerkiksi biologisen ilmiön selittämiseen eivät useinkaan riitä fysiikan, tai edes biologian itsensä lait, vaan tarvitaan psykologiaa tai sosiologiaa. Molekyylien tai solujen liikkeitä on toisinaan mahdotonta ennustaa, jos pitäydytään vain fysiikan käsitteistössä ja laeissa. Clayton käyttää esimerkkinä Marya, joka päättää poiketa kaupassa matkalla kotiin. Fysiikan yhtälöiden avulla ei ole mahdollista kuvailla tai ennustaa Maryn päätöstä mennä kauppaan. Jotta Maryn aivoissa syntyvä päätös olisi mahdollista selittää, täytyy puhua neuroneista, synapseista ja toimintapotentiaaleista, joilla oletetaan olevan itsenäistä kausaalista vaikutusta. Tällainen tarkastelu ei ole mahdollinen puhtaasti fysiikan kontekstissa. Loppujen lopuksi fysiikka ei voi edes esittää Marya ihmisenä. Maryn persoona ei ole fysiikan termein määriteltävissä.⁹⁹

Todellisuuden jakaminen tasoihin niillä vallitsevien erilaisten lakien perusteella on Claytonin mielestä huomattavasti parempi tapa hahmottaa emergenssiä kuin epämääräiset uutuuden ja ennustamattomuuden käsitteet: ”Emergenssi on ennemmin näiden (enemmän tai vähemmän) diskreettien tasojen olemassaoloa kuin yksittäinen teoria siirtymistä näiden tasojen välillä.” Tasojen välisten siirtymien luonne vaihtelee oleellisesti, niin että siitä on hankalaa muotoilla yhtenäistä teoriaa. Kemia on riippuvainen fysiikasta hyvin eri tavalla kuin organismi on riippuvainen solujen käyttäytymisestä, tai tietoisuus aivojen tilasta.¹⁰⁰ Clayton sanoo, että emergenssiteoria on yksi monismin muoto, sillä yksi ”maailmanaines” tuottaa erilaisia todellisuuden tasoja.¹⁰¹

Emergenssiin liittyvä läheisesti kysymys, millaisista osasista maailma oikeastaan koostuu ja paljonko niitä on. Timothy O’Connor on esitellyt tätä ongelma- kenttää lyhyesti kirjassaan *Theism and Ultimate Explanation: The Necessary Shape of Contingency*. O’Connor toteaa muun muassa Aristoteleen ajatelleen, että esimerkiksi hevonen on luonnon perusobjekti. Kaikilla hevosilla oli jotain sellaista perustavanlaatuista, jota ei ollut millään muulla objektilla ja joka teki niistä hevosia. Biologia on kuitenkin viime vuosisatoina kyseenalaistanut tällaisen näkemyksen. Hevosta pyritään yleensä tarkastelemaan osiansa summana.¹⁰²

O’Connor nostaa perusobjektin kriteeriksi ontologisen emergenssin. Hänen mukaansa objektin ominaisuus on ontologisesti emergentti, jos se on *rakenteelli-*

⁹⁹ Clayton 2004, 52–53.

¹⁰⁰ Clayton 2004, 53. Lainauksen käänös on tämän työn tekijän.

¹⁰¹ Clayton 2004, 54.

¹⁰² O’Connor 2008, 54.

sesti yksinkertainen, primitiivisesti vaikuttava ja kausaalinen seuraus objektin rakenneosasten sisäisestä ja funktionaalisesta kompleksisuudesta. Rakenteellinen yksinkertaisuus tarkoittaa, ettei ominaisuus edes osittain esiinny millään objektin rakenneosasista. Primitiivinen vaikuttavuus tarkoittaa, että objektilla on tämän ominaisuuden myötä kausaalista voimaa, joka ei synny sen osasten kausaalisten kykyjen yhteisvaikutuksesta tai supervenioi niitä.¹⁰³ Kaikkia ontologisesti emergentejä ominaisuuksia omaavia objekteja pitäisi siis pitää perusobjekteina, koska niiden vaikutusta toisiinsa ei voida palauttaa niiden osasiin. O'Connor ei tässä yhteydessä ota kantaa, mitä nämä perusobjektit ovat ja kuinka paljon niitä on. Jostain kuitenkin on lähdettävä liikkeelle, joten jossain mielessä perusobjekteja on oltava olemassa. Riippumatta siitä, onko niitä loppujen lopuksi yksi, neljä, tuhan-sia vai äärettömän monta, joudutaan kysymään, miksi juuri näin monta. Toisaalta alkeishiukkasten kohdalla myös käsitys ominaisuuksia omaavista objekteista voidaan asettaa kyseenalaiseksi.

Niels Henrik Gregersen jakaa emergenssin neljään luokkaan, joista kaksi ensimmäistä edustaa heikkoa emergenssiä, kaksi jälkimmäistä vahvaa.

Emergenssi₁ on puhtaasti looginen tai laskennallinen emergenssin muoto. Tähän ryhmää kuuluu johdannossa mainitsemani laskennallisen kompleksisuus (CC) . Lopputulokseen vaikuttavat vain algoritmi ja sille annetut alkuparametrit, mutta sitä on mahdotonta algoritmin ja parametrien perusteella ennustaa.¹⁰⁴ Palaan aiheeseen kolmannessa luvussa.

Emergenssi₂ on emergenssin muoto, jossa kyllä syntyy uusia ominaisuuksia, mutta ne ovat fysikaalisia ja täysin riippuvaisia niiden fysikaalisesta perustasta. Tähän ryhmään kuuluu jo johdannossa mainitsemani veden muodostuminen vedystä ja hapestä. Veden happeen ja vetyyn nähden uudet ominaisuudet, nestemäinen olomuoto ja pintajännitys, ovat fysikaalisia käsitteitä ja johtuvat puhtaasi vesimolekyylin rakenteesta. Erona emergenssi₁:en nähden on, että ilmiön fyysinen perusta käsittää nyt paitsi aineiden fysikaaliset ominaisuudet, myös niiden suhteen toisiinsa ja ympäristöön. Veden rakenteeseen vaikuttaa paitsi vety- ja happiatomien rakenne, myös niiden vuorovaikutuksen laatu. Vety ja happi voivat esiintyä myös kaasumaisena seoksena ilman, että ne reagoivat ja muodostavat vettä.¹⁰⁵

Emergenssi₃ viittaa tapauksiin, joissa uusilla emergenteillä ominaisuuksilla on uusia kausaalisia vaikutuksia jossain suhteellisen pysyvässä korkean tason sys-

¹⁰³ O'Connor 2008, 54–55.

¹⁰⁴ Gregersen 2006, 775.

¹⁰⁵ Gregersen 2006, 776.

teemissä. Tällä Gregersen tarkoittaa, että systeemistä tulee jossain määrin riippumaton sen ympäristöstä. Systeemi pystyy seuraamaan omia tavoitteitaan muuttuvissakin olosuhteissa, esimerkiksi etsimään ruokaa silloin kun sitä ei ole välittömästi saatavilla. Tämän tason ovat saavuttaneet ainakin elävät organismit, jotka kykenevät suhtautumaan ympäristöönsä selektiivisesti.¹⁰⁶

Emergenssi₄ pitää sisällään ihmisen tietoisuuden. Uudet emergentit ominaisuudet antavat systeemille emergenssi₃:een nähden lisäksi kyvyn itsereflektioon ja oman toiminnan kriittiseen arviointiin.¹⁰⁷

Michael Silberstein on luokitellut emergenssin viiteen eri muotoon, joista kahden ensimmäisen hän sanoo edustavan episteemistä ja kolme jälkimmäistä ontologista emergenssiä. Silbersteinillä vahva ja ontologinen emergenssi eivät ole synonyymejä. Hän kutsuu vahvaksi emergenssiksi ontologisen emergenssin muodoista vain viimeistä.¹⁰⁸ Artikkelissa, johon tässä viitataan, Silberstein on vahvasti tukeutunut tämän tutkimuksen kohteena olevaan Claytonin kirjaan *Mind and Emergence – From Quantum to Consciousness*.

Ennustava tai *selittävä emergenssi* tarkoittaa suurin piirtein samaa kuin Gregersenin luokittelussa emergenssi₁. Olkoon X jokin, joka on syntynyt ajallisen kehityksen seurauksena jostakin yksinkertaisemmasta rakenteesta Y. X on tällöin emergentti Y:hyn nähden, jos X:ää ei voi johtaa Y:stä tai korvata Y:llä, eivätkä X ja Y ole isomorfiset. Syyt ovat kuitenkin puhtaasti epistemologisia ja johtuvat käsitteellisistä, kognitiivisista tai laskennallisista rajoitteista. Esimerkiksi kaoottisten, epälineaaristen systeemien käyttäytymistä ei ole mahdollista ennustaa, koska ne ovat äärettömän herkkiä lähtötilanteelle, eikä lähtötilannetta ole mahdollista määrittää äärettömällä tarkkuudella. Tästä ei kuitenkaan seuraa, että systeemi käyttäytyisi epädeterministisesti.

Kuvaava tai *kognitiivinen emergenssi* viittaa tapauksiin, joissa kokonaisuuden ominaisuuksia, muotoja ja säännönmukaisuuksia ei ole mahdollista täysin kuvata niillä käsitteellisillä resursseilla, joilla sen osasten ominaisuudet ja säännönmukaisuudet ovat kuvailtavissa. X on kognitiivisesti emergentti Y:hyn nähden, jos X ei ole Y:hyn nähden vain ennustavasti emergentti, vaan edustaa jotain sellaista korkeamman tason muotoa tai säännönmukaisuutta, joka ei ole kunnolla ymmärrettävissä pelkästään Y:n avulla. Esimerkiksi ei-reduktiivinen fysikalismi pitää psykologiaa kognitiivisesti emergenttinä neurotieteisiin nähden.

¹⁰⁶ Gregersen 2006, 776.

¹⁰⁷ Gregersen 2006, 776.

¹⁰⁸ Silberstein 2006, 786–788.

Ontologisen emergenssin muodoista heikoin on *mereologinen* tai *kausallinen emergenssi*. Tällöin kokonaisuudella on kausaalista voimaa, joka ei määräydy sen fysikaalisten rakenneosasten tai vuorovaikutuksen perusteella. Kokonaisuuden ominaisuudet pakottavat, ohjaavat tai muuttavat sen osasten käyttäytymistä. Tarkoituksenmukainen ja päämäärähakuinen toiminta, sekä erilaiset takaisin- ja eteenpäinkytkentämekanismit kuuluvat tähän ryhmään. Esimerkkinä Silberstein mainitsee myös lomittuneet kvanttitilat, joihin palaan kolmannessa luvussa.

Radikaali mereologinen tai *kausallinen emergenssi* kääntää edellisiin nähden osan ja kokonaisuuden suhteen pääläelleen. Se on tyypillinen esimerkiksi buddhalaisessa ajattelussa. Universumi kokonaisuutena on ontologisesti perustavampi kuin sen osat. Se ei koostu osistaan, eikä itsenäisiä objekteja edes ole olemassa. Kaikki on vain suhteessa kokonaisuuteen ja vaikuttaa kaikkeen. Tällaisessa ajattelutavassa keskeisiä eivät ole objektit jotka muodostavat kompleksisempia kokonaisuuksia, vaan lukemattomat suhteet niiden välillä. Toki tarkastelun kohteena voi olla myös jokin pienempi kokonaisuus ilman, että radikaalia kausaalista emergenssiä tarvitsee ulottaa koko universumiin.

Luokittelunsa viimeisestä luokasta Silberstein käyttää nimeä *nomologinen* tai *vahva emergenssi*. Hän puhuu kausaalisesti vaikuttavista entiteeteistä, ominaisuuksista, voimista, potentiaaleista, laeista ja päämäärähakuisista organisointiperiaatteista. Erona kausaaliseen emergenssiin nähden näiden on lisäksi täytynyt syntyä ilman, että se on ollut alemman tason ominaisuuksiin nähden välttämätöntä tai niiden määräämää. Tällöin perustavat fysiikan lait voivat tarjota korkeintaan tietyt välttämättömät ehdot korkeamman tason toiminnalle. Jos esimerkiksi aivot olisivat välttämätön mutta ei riittävä ehto mentaalille tiloille, ajattelu olisi nomologisesti emergenttiä aivoihin nähden.

Silbersteinin mukaan alaspäin -kausalisuus voi toteutua vain nomologisen (vahvan) emergenssin puitteissa, kun taas kausallinen emergenssi osoittaisi vain, etteivät fysikaalisten perusosasten sisäiset ominaisuudet määrää kaikkia kokonaisuuden kausaalisia ominaisuuksia. Ainakin alaspäin -kausalisuuden suhteen Clayton ja Silberstein näyttäisivät siis käyttävän vahvaa emergenssiä samassa merkityksessä. Radikaalin kausaalisen emergenssin yhteydessä alaspäin -kausalisuudesta ei Silbersteinin mielestä ole lainkaan mahdollista puhua, mutta se ei missään tapauksessa ole yhteensopiva myöskään fysikalismien kanssa.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Silberstein 2006, 788-789.

Alaspäin -kausaalisuutta ei siis tästä näkökulmasta voi pitää ehdottomana kriteerinä fysikalismista luopumiselle.

Carl Gillett kiinnittää omassa luokittelussaan ominaisuudet niiden kausaaliin vaikutuksiin. Kaksi ominaisuutta eroaa toisistaan, jos ne samoissa olosuhteissa tuottavat erilaisia vaikutuksia. Ominaisuuden voi sanoa olevan *yksilöllistetty* (individuated),¹¹⁰ jos se antaa sen omaavalle yksilölle sellaista kausaalista voimaa, jota sillä ei muutoin olisi. Gillett sanoo ominaisuuden olevan tällöin *kausalisesti tehokas* (causally efficacious). Uusien ominaisuuksien syntymistä vuorovaikutuksien kautta hän kutsuu niiden *toteutumiseksi* (realization). Ominaisuuksien tai suhteiden F_1 – F_n voidaan sanoa toteuttavan ominaisuuden G yksilössä s , jos ja vain jos yksilöllä s on on kausaalista voimaa, joka yksilöllistää ominaisuuden G ominaisuuksiin F_1 – F_n nähden, mutta ei kääntäen.¹¹¹

Ominaisuudet F_1 – F_n määräävät tietylle yksilölle tietyt yksilöllistyneet ominaisuudet. Gillettin mukaan ominaisuuksien toteutumisen ei voi sanoa olevan kausaalista, sillä niiden ilmaantuminen tapahtuu välittömästi kun F_1 – F_n yhdistyvät yksilössä, se ei vaadi entiteettien täydellistä erillisyyttä eikä sisällä energian siirtymistä tai voiman välittymistä. Toteutumisen voisi sanoa olevan epäkausaalista determinaatiota. Gillett rakentaa tämän jälkeen ajattelunsa kahdelle teesille, jotka ovat *korkeampi ontologia* (Higher Ontology) ja *fysikalismi*. Ensin mainitulla hän tarkoittaa oletusta, että on olemassa korkeamman tason ominaisuuksia, jotka ovat kausalisesti tehokkaita. Fysikalismilla Gillett tarkoittaa, että kaikki yksilöt ovat joko alkeishiukkasia tai niistä muodostuneita, ja kaikki ominaisuudet ovat joko alkeishiukkasten ominaisuuksia tai niiden kautta toteutuneita. Toteutuneetkin ominaisuudet ovat siis kuitenkin todellisia ja toteuttajiinsa nähden tasavertaisia.¹¹²

Gillett esittää emergenssille kolme vaihtoehtoista määritelmää, joita hän kutsuu ensin heikoksi, ontologiseksi ja vahvaksi emergenssiksi, mutta yrittää tietoisesti häivyttää yhteyden sanojen antamiin mielikuviin puhumalla myöhemmin vain W-, O- ja S-emergenssistä. W-emergenssi tarkoittaa nähdäkseni suunnilleen samaa kuin heikko emergenssi Claytonillakin. Claytonin Gillett katsoo kannattavan O-emergenssiä, joka on vahvempi väite kuin Gillettin kannattama S-emergenssi. Gillettin S-emergenssi rakentuu ominaisuuksien toteutumiselle: yksilön s ominaisuus X on S-emergentti vain, jos X on olion s toteutunut ominaisuus

¹¹⁰ Termien kääntämien havainnollisesti suomenkielelle on hankalaa. Yksilö ja yksilöllistäminen viittaavat suomessa yleensä persoonaan, mistä tässä ei kuitenkaan ole kyse. Yksilö täytyy tässä ymmärtää minä tahansa kokonaisuutena.

¹¹¹ Gillett 2006, 804–805.

¹¹² Gillett 2006, 805.

ja X on kausaalisesti tehokas. O-emergenssi puolestaan edellyttää, että ominaisuus X ei ole toteutunut ominaisuus eli muiden ominaisuuksien määräämä, vaan kokonaan niistä riippumaton.¹¹³ Clayton puolestaan pitää Gillettin epäkausaalista determinaatiota ja S-emergenssiä yrityksenä roikkua fysikalismissa, ja katsoo niiden olevan vain osa-kokonaisuus -pakotusta ja heikkoa emergenssiä.¹¹⁴

O'Connor yhtyy nähdäkseni Claytonin näkemykseen. Hän katsoo, että sama fysikaalinen tila voi tuottaa toisistaan eroavia emergenttejä tiloja, kun taas Gillettin vahvakin emergenssi on fysikaalisen perustansa determinoimaa, vaikkakaan ei sen kausaalinen seuraus. Tässä O'Connor vetoaa erityisesti fysiikan epäkausaliisuuteen.¹¹⁵

Kun Silbersteinilla vahva emergenssi oli yksi ontologisen emergenssin muoto, ja Clayton käyttää näitä kahta synonyymeinä, Gillettin kielenkäytössä Claytonin emergenssi on ontologista, mutta ei vahvaa emergenssiä. Jo pelkästään emergenssin määrittäminen ottamatta kantaa sen esiintymiseen maailmankaikkeuden kehityksessä on siis osoittautunut varsin hankalaksi tehtäväksi. Clayton päätyy lopulta luettelemaan kahdeksan tekijää, jotka luonnehtivat emergenssiä.¹¹⁶ Osan näistä voi liittää heikompiinkin emergenssin muotoihin. Joka tapauksessa on selvää, että seuraavien luonnehdintojen on tarkoitus mahduttaa sisäänsä myös edellä mainittujen luokittelujen vahvimmat muodot (Claytonin vahva emergenssi, Gregeresenin emergenssi₄, Silbersteinin vahva eli nomologinen emergenssi ja Gillettin O-emergenssi).

1. *Monismi*: Kaikki koostuu ja on kehittynyt yhdestä aineksestä.¹¹⁷ Clayton korostaa, että kyse ei ole materialismista. Ainesta ei tässä pidä ymmärtää dualistisesti hengen vastakohtana.
2. *Hierarkkinen kompleksisuus*: Maailma on rakentunut kompleksisuuden mukaan hierarkkisesti. Kompleksisemmat asiat ovat muodostuneet yksinkertaisemmista osista ja toimivat puolestaan osina vielä kompleksisemmissä kokonaisuuksissa.
3. *Ajallinen tai emergentti monismi*: Hierarkkinen rakenne on kehittynyt ja kehittyy ajan kuluessa. Kompleksisuus kasvaa ajan mittaan ja riittävästi kasvettuaan synnyttää uusia emergenttejä tasoja.

¹¹³ Gillett 2006, 807–810.

¹¹⁴ Clayton 2004, 56–57.

¹¹⁵ O'Connor & Hong 2005, 17.

¹¹⁶ Clayton 2004, 60–62.

¹¹⁷ Clayton käyttää englanninkielen sanaa *stuff*, jolle on tässä yhteydessä vaikea löytää tarkkaa suomenkielen vastinetta.

4. *Emergenssille ei ole olemassa yksikäsitteisiä lakeja*: Emergenssitason ominaisuudet ja tavat jolla ne syntyvät ja vaikuttavat toisiinsa ovat hyvin vaihtelevia ja tapauskohtaisia. Siksi ei ole mahdollista luoda yksikäsitteistä emergenssin määritelmää tai sääntöjä, vaan emergenssiä tulee ennemmin tarkastella joukkona perheyhtäläisiä ilmiöitä.

5. *Emergenssitason malli*: On kuitenkin mahdollista luetella tiettyjä yhteisiä piirteitä, jotka sopivat useimpiin esimerkkeihin emergenteistä tapahtumista. Jos L_1 ja L_2 ovat kaksi emergenttiä tasoa, joista L_2 on hierarkiassa ylempänä, niin

- a. L_1 oli ajallisesti olemassa ennen L_2 :ta.
- b. L_2 on riippuvainen L_1 :stä: jos L_1 :tä ei olisi, ei olisi myöskään L_2 :n ominaisuuksia.
- c. L_2 syntyi, kun L_1 :n kompleksisuus kasvoi riittävästi. Usein on mahdollista nähdä tietty kriittinen kompleksisuuden aste, jonka ylittyään se synnyttää uuden emergentin tason.
- d. L_1 :tä tarkastelemalla on usein mahdollista ennustaa L_2 :n ja uusien ominaisuuksien syntyminen. Sen sijaan L_1 :n perusteella ei ole mahdollista ennustaa näiden ominaisuuksien tarkempaa luonnetta, keskinäistä vuorovaikutusta tai emergenssitasoja, jotka nämä uudet ominaisuudet vuorostaan synnyttävät.
- e. L_2 :ta ei voi redusoida L_1 :een tavalla, jota tieteenfilosofiassa yleensä ymmärretään reduktion tarkoittavan (kausaalinen, selittävä, metafyyminen, ontologinen).¹¹⁸

6. *Alaspäin -kausaalisuus*: Joissain tapauksissa ilmiöllä tasolla L_2 on sellaista kausaalista vaikutusta L_1 :een, joka ei ole palautettavissa L_1 :n kausaaliseen historiaan. Tämä palautumattomuus ei ole episteemistä vaan ontologista. Edes Jumala ei voi täysin ennustaa L_2 :ta pelkästään L_1 :n perusteella. *Emergentit ominaisuudet* ovat olemassa olevien objektien uusia ominaisuuksia, mutta jos ne antavat objektille sen osasta riippumatonta kausaalista voimaa, on oikeutettua puhua *emergenteistä objekteista*.

7. *Emergentti pluralismi*: Luonnossa esiintyy tasoja, joiden objektit ovat ontologisesti primitiivisiä, sen sijaan että olisivat puhtaasti alemman tason objektien yhdistelmiä.

¹¹⁸ Clayton 2004, 60–61.

8. *Ihmismieli emergenttinä*: Ihmismieli koostuu samasta aineksestä kuin muunkin maailma. Fysikaaliset ja mentaaliset ominaisuudet ovat saman aineksen kaksi eri puolta. Sekä alaspäin että ylöspäin -vuorovaikutukset mielen ja muun maailman välillä ovat mahdollisia.

Kohta 6. alleviivaa kausaalisen ja nomologisen emergenssin eroa Silbersteinin luokittelussa. Tason L_2 ominaisuudet eivät ole välttämättömiä tasoon L_1 nähden tai tason L_1 määrittämiä. Lisäksi siitä paistaa Claytonin Jumala-käsitys, jossa Jumalan kaikkivaltius on varsin kyseenalainen.¹¹⁹

Emergenssi luonnontieteissä Philip Claytonin mukaan

Claytonin kirjassa *Mind and Emergence – From Quantum to Consciousness* emergenssin määrittelyä käsittelevä luku päättyy edellä olevaan listaan emergenssiä luonnehtivista tekijöistä. Sen jälkeen Clayton siirtyy käsittelemään emergenssiä luonnontieteissä, ja luettelee esimerkkejä ilmiöistä, joista ainakin osan hän uskoo liittyvän emergenssiin sen vahvassa muodossa. Clayton ei siis väitä, että kaikki hänen mainitsemansa tapaukset edustaisivat vahvaa emergenssiä. Kaikesta päätellen hän kuitenkin olettaa niiden olevan esimerkkejä vähintään heikosta emergenssistä ja ikään kuin toivoo, että suuresta joukosta edes jotkut vahvistaisivat käsitystä myös vahvan emergenssin esiintymisestä.¹²⁰ Clayton luettelee konkreettisia esimerkkejä fysiikan, kemian, tietokonesimulaatioiden, biofysiikan, biologian ja evoluution tutkimuksen alueilta.¹²¹ Käyn näitä esimerkkejä seuraavassa luettelomaisesti läpi, koska ne ehkä konkreettisimmin antavat kuvan siitä, miten ja missä Clayton ajattelee olevan mahdollista havaita emergenssiä. Seuraavassa luvussa koetan sitten hieman peilata niitä muun muassa kaaosteoriaan ja arvioida niiden todistusvoimaa.

Fysiikka ja kemia

Clayton toteaa, että vaikka hänen tarkastelunsa painopiste on biologiassa ja biokemiassa, on hyvä huomata emergenssin rooli tulkittaessa eri fysiikan teorioiden suhteita. Fysiikan ja kemian piiristä Clayton mainitsee yksinkertaisempina esimerkkeinä ensin sähkönjohtavuuden ja nestedynamiikan. Tiettyjen kiinteiden aineiden ominaisuutta johtaa sähköä ei voi päätellä tarkastelemalla pelkästään sähkövirtaa kuljettavien hiukkasten, elektronien, ominaisuuksia. Johtavuus on ominaisuus, joka emergoituu tietyillä kiinteillä aineilla elektronien ja aineen muiden

¹¹⁹ Clayton 2004, 188-189; Silberstein 2006, 785.

¹²⁰ Clayton 2004, 65

¹²¹ Clayton 2004, 66-101.

ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta. Samoin veden virtauksessa syntyviä pyörteitä on mahdotonta ennustaa yksittäisen vesimolekyylin liikkeen perusteella.¹²²

Pohjimmiltaan koko fysikaalisen todellisuuden voidaan Claytonin mielestä katsoa emergoituvan kvanttimekaanisista mahdollisuuksista.¹²³ Hän katsoo siis näkyvän, makroskooppisen todellisuuden olevan enemmän kuin mitä alkeishiukkasia tarkastelemalla on selitettävissä. Tässä suhteessa hänen tulkintansa on päinvastainen kuin esimerkiksi Kari Enqvistin. Enqvist katsoo näkyvän todellisuuden olevan oikeastaan vähemmän kuin osiensa summa, sillä se perustuu kvanttimaailman keskiarvottamiseen ja karkeistamiseen. Siinä missä Clayton pitää makroskooppisen maailman ominaisuuksia alkeishiukkasiin nähden emergentteinä todellisuutta rikastuttavina korkeamman tason ominaisuuksina, näkee Enqvist makroskooppisen todellisuuden vain alkeishiukkasten vuorovaikutusten efektiivisenä kuvauksena, karkeistuksena, jossa hukataan suunnaton määrä tietoa.¹²⁴

Vielä Clayton mainitsee fysiikan ja kemian piiristä esimerkkeinä prosessit, joissa systeemissä spontaanisti syntyy järjestystä, kuten lumihiutaleet ja -kiteet ja Benárdin epästabiilisuutena tunnetun nestekerroksen kuumennukseen ja virtauksiin liittyvän ilmiön, sekä Paulin kieltoääntö. Kieltoääntö määrää, miten elektronit asettuvat atomissa eri energiatasolle ja sitä kautta eri alkuaineiden kemialliset ominaisuudet, jotka ovat Claytonin mukaan alkeishiukkasiin nähden emergenttejä.¹²⁵

Keinotekoiset systeemit

Clayton mainitsee kolme esimerkkiä tilanteista, joita voidaan keinotekoisesti simuloida ja joissa yksinkertaisten sääntöjen noudattaminen ja toistaminen tuottaa hyvin monimutkaisia rakenteita. Clayton ajattelee siis korkeamman tason ominaisuuksien emergoituvan näistä sinänsä yksinkertaisista prosesseista. Yksinkertaisimmillaan kyse on tietokoneen näytölle muodostuvasta kuvasta, jossa sama säännöllinen rakenne toistuu sisäkkäin yhä uudelleen ja uudelleen. Hyvin pienet muutokset säännöissä johtavat täysin erilaisiin lopputuloksiin, ja jo hyvin yksinkertaisissa tapauksissa kokonaisuuden ennustaminen yksittäisen osan perusteella on todella monimutkaista. Clayton mainitsee John Conwayn *Elämä* -nimisen ohjelman, joka simuloi soluautomaattia. Yksinkertaisissakin tapauksissa suurempien kokonaisuuksien kehityksen ennustaminen osasten perusteella osoittautuu äärim-

¹²² Clayton 2004, 66–67.

¹²³ Clayton 2004, 67.

¹²⁴ Enqvist 1998, 219.

¹²⁵ Clayton 2004, 68–69.

mäisen monimutkaiseksi. Todellisten biologisten prosessien simuloiminen ja ennustaminen vastaavalla tavalla on käytännössä mahdotonta. Onko se mahdotonta myös periaatteessa, on tietysti keskeinen kysymys emergenssiteorian kannalta, ja tämän Clayton itsekin toteaa.¹²⁶

Toiseksi esimerkiksi Clayton ottaa hermoverkot ja John Hollandin kokeen mallintaa ja simuloida nisäkkäiden näköaistia keinotekoisella solmuista ja niiden välisistä yhteyksistä koostuvalla verkolla. Kokeen perusteella vaikuttaa, että hyvin yksinkertainen ja yksinkertaisilla toimintaohjeilla varustettu systeemi voi synnyttää näköaistimukseen verrattavia ominaisuuksia.¹²⁷

Kolmanneksi Clayton mainitsee muurahaisyhdyskunnan toiminnan. John Hollandin tutkimukset ovat osoittaneet, että hyvin yksinkertaiset muurahaisyksilön sisään rakennetut toimintaohjeet saavat yhdyskunnan kokonaisuutena käyttäytymään hyvin kompleksisella tavalla, niin että voidaan puhua yhdyskunnan luonteesta tai lähestulkoon persoonallisuudesta.¹²⁸

Biokemia

Clayton toteaa aluksi, että tähänastiset esimerkit ovat osoittaneet, kuinka yksinkertaiset säännöt tuottavat hyvin kompleksisia rakenteita ja monimutkaista käyttäytymistä. Seuraavat kolme tapausta biokemian alalta ovat kuitenkin esimerkkejä tilanteista, joissa kaaoksesta nousee esiin merkittävää järjestystä.¹²⁹

Ensimmäinen esimerkki on autokatalyyttiset prosessit, joita esiintyy esimerkiksi aineenvaihdunnan yhteydessä. Katalyyysi on välivaihe, joka nopeuttaa varsinaista prosessia (kemiallista reaktiota) tai on jopa välttämätön sen toteutumiseksi. Autokatalyyttisessä reaktiossa reaktiotuotteen lisääntyminen kiihdyttää reaktiota.¹³⁰ Reaktion kulkua on käytännössä mahdotonta ennustaa pelkästään lähtöaineen ja reaktiotuotteen perusteella.

Toisena esimerkkinä Clayton mainitsee Belusovin-Žabotinskin reaktion. Siinä malonihappoa hapetetaan kaliumbromaatilla. Reaktion kulkuun voidaan vaikuttaa erilaisilla katalyyteillä ja rikkihapolla. Reagoivia aineita, katalyyttiä ja rikkihappoa syötetään jatkuvasti reaktioastiaan pumpuilla, joilla voidaan säädellä niiden suhteellisia määriä astiassa. Syöttöasetuksista riippuen on mahdollista saada yli kolmeakymmentä erilaista reaktiotuotetta. Lisäksi asetukset on mahdollista

¹²⁶ Clayton 2004, 69–70.

¹²⁷ Clayton 2004, 72.

¹²⁸ Clayton 2004, 72–73.

¹²⁹ Clayton 2004, 73.

¹³⁰ Clayton 2004, 73–74.

lukita niin, että reagoiva seos käy läpi säännöllisesti vaihtelevia koostumuksia. Reaktio on kaukana niin sanotusta tasapainotilasta ja pienet muutokset alkuasetuksissa muuttavat lopputulosta merkittävästi. Lopputulosta eri asetuksilla on ainakin käytännössä mahdotonta ennustaa, mutta Claytonin mukaan merkittäväntä on, että systeemi toimii kokonaisuutena. Vaikka yksittäinen molekyyli voi reagoi- da vain viereisten molekyylien kanssa, muutokset seoksen koostumuksessa vai- kuttavat heti reaktiotuotteisiin koko astiassa, aivan kuin jokaista molekyyliä olisi informoitu systeemin tilasta ja ohjeistettu, miten tulee reagoida. Tämä on Clayto- nin mielestä viite vahvasta emergenssistä reaktiossa.¹³¹

Kolmantena esimerkkinä emergenssistä biokemiassa Clayton käsittelee itse- organisoitumista, prosesseja, joissa satunnaiset muutokset ympäristössä saavat aikaan organisoitunutta käyttäytymistä solujen tai yksilöiden kesken. Konkreetti- sina esimerkkeinä hän mainitsee Dictyostelium discoideum-solujen yhteen liitty- misen ja lisääntymisen ravintotilanteen säätelemänä syklinä, sekä erään termiitti- lajin toukkien kokoontumisen ja hajaantumisen ravinnon ohjaamina: mitä enem- män toukkia samalla alueella on, sitä houkuttelevampi se on muillekin toukille.¹³²

Biologia

Clayton toteaa, että biologian tutkima osa maailmaa ylipäätään on systeemi, joka pystyy luomaan ja ylläpitämään järjestystä ottamalla energiaa ympäristöstään.¹³³ Tätä järjestyksen ja kompleksisuuden lisääntymistä itsessään ja sitä sääteleviä lakeja Clayton pitää emergentteinä. Biosfääri itsessään on emergentti muuhun maailmaan nähden, riippuvainen fysikaalisesta ja kemiallisesta perustastaan mutta niihin palautumaton.¹³⁴ Biologisessa emergenssissä on Claytonin mukaan neljä keskeistä tekijää:¹³⁵

1. *Mittakaavan merkitys*: Kun siirrytään kohti suurempaa kokoluokkaa, esimer- kiksi molekyyleistä neuroneihin ja edelleen ihmisen hermojärjestelmiin, uusia ominaisuuksia emergoituu. Clayton viittaa John Hollandin arvioon, että siir-

¹³¹ Clayton 2004, 75.

¹³² Clayton 2004, 77–78.

¹³³ Systeemin entropia tulkitaan usein kansanomaisesti systeemin epäjärjestyksen määräksi. Ter- modynamiikan lakien mukaan eristetyssä systeemissä (systeemissä, johon tai josta pois ei virtaa energiaa), entropia eli epäjärjestys jatkuvasti kasvaa. Esimerkiksi jos termospulloon laitetaan kahta toisiinsa liukenevaa nestettä, ne pyrkivät itsestään sekoittumaan vaikka olisivatkin alun perin ker- roksittain päällekkäin, eikä pulloa ravisteta. Erityisesti maailmankaikkeus kokonaisuutena on eristetty systeemi, eli entropia maailmankaikkeudessa jatkuvasti kasvaa. Jossain paikallisessa systeemissä entropia voi kuitenkin tilapäisesti vähentyä, jos systeemin läpi virtaa energiaa. Tällöin systeemin ulkopuolella entropia vastaavasti kasvaa enemmän kuin se systeemissä pienenee. Esim. Benson 1991, 419–428.

¹³⁴ Clayton 2004, 78.

¹³⁵ Clayton 2004, 78–84.

tymät tieteen alalta toiselle tapahtuvat tutkimuskohteen kokoluokkaan verrattuna suunnilleen kolmen kertaluvun välein. Jos systeemin kokoero osiinsa nähden on tätä suurempi, se on liian kompleksinen, jotta sen käyttäytymistä olisi mahdollista ennustaa laskennallisesti osista lähtien. Tällöin on pakko ottaa käyttöön uusia käsitteitä.

2. *Takaisinkytkentä:* Takaisinkytkentää esiintyy prosesseissa solutasolta ylöspäin. Systeemin toiminta vaikuttaa sen toimintaolosuhteisiin ja sitä kautta systeemiin itseensä. Biologiset organismit muokkaavat omaa elinympäristöään. Muutokset ympäristössä puolestaan vaikuttavat organismeihin ja muuttavat niiden käyttäytymistä, millä taas on vaikutusta ympäristöön.
3. *Lokaali-globaali-vuorovaikutus:* Osasista koostuvan systeemin toiminta kokonaisuutena rakentuu osasten toiminnasta, mutta heijastuu niihin takaisin. Systeemi kokonaisuutena voi saada ominaisuuksia, jotka eivät mitenkään ole johdettavissa yksilöiden ominaisuuksista mutta vaikuttavat yksilöihin. Ekosysteemi voi esimerkiksi olla pitkään varsin stabiili, vaikka elävän yksilön elin aika on hyvin sattumanvarainen.
4. *Sisäkkäinen hierarkia:* Korkeimmalla kompleksisuuden tasolla lokaali-globaali-rakenteet muodostavat useita tasoja käsittävän sisäkkäisen hierarkian, jossa jokainen osa edustaa globaalia alapuolellaan olevaan tasoon ja lokaalia yläpuolellaan olevaan tasoon nähden. Ekosysteemi, jolla on monimutkainen sisäinen rakenne, kestää paremmin sen ulkopuolelta tulevia tasapainoa horjuttavia tekijöitä.

Evoluutio

Elämän evoluutiossa esiintyvät emergentit vaiheet ovat Claytonin mukaan periaatteessa täysin verrattavissa muualla maailmakaikkeuden kehityksessä esiintyvään emergenssiin. Merkittävää ja ainutkertaista elämän synnyssä oli kuitenkin omaa kehityshistoriaansa sisällään kantavan kausaalisen agentin emergoituminen. DNA:han tallentunut informaatio liittyy jokaiseen organismiin eräänlaisen hypoteesin siitä, millaiset ominaisuudet ovat tarpeen sen tulevassa elinympäristössä. Tällä informaatiolla on kumuloituvaa vaikutusta koko organismin tulevaisuuteen, mikä synnyttää luonnonvalinnan.¹³⁶

Emergenssillä evoluutiossa Clayton sanoo tarkoittavansa, että teorioissa jotka voidaan niputtaa evoluutiobiologiaksi, löytyy tiettyjä piirteitä, joita voidaan

¹³⁶ Clayton 2004, 84–85.

kutsua emergenteiksi. Emergenssiteorian tavoite on osoittaa nämä piirteet ja selittää, miten ja miksi emergenssin käsite on oleellinen elämän ymmärtämisessä.¹³⁷ Clayton kuvaa evoluutioteorian kehitystä viime vuosisadan loppupuolella ja toteaa, että mekanistinen käsitys geenien ohjaamasta yksilönkehityksestä, joka voidaan redusoida fysiikkaan, on joutunut väistymään. Yksilönkehitys on osoittautunut prosessiksi, jossa geenien ja ympäristön vaikutus kietoutuvat toisiinsa hyvin monimutkaisella ja ennakoimattomalla tavalla.¹³⁸ Kehityksen eri vaiheissa syntyy uusia ominaisuuksia, joiden ymmärtämiseen emergenssi on parhaiten soveltuva viitekehys. Clayton tosin myöntää, ettei ole selvää, onko kyseessä heikko vai vahva emergenssi.¹³⁹

Clayton puhuu systeemibiologian puolesta. Hän kuvailee laajasti sitä, kuinka elävässä organismissa suuri määrä eritasoisia kompleksisia tekijöitä muodostaa monimutkaisen verkoston, jossa erilaiset protokollat säätelevät eri osasten ja tasojen vuorovaikutusta. Kokonaisuuden toimintaa ei ole mahdollista selittää tai ymmärtää tarkastelemalla sen osia kokonaisuudesta irrallaan, vaan näkökulman täytyy olla holistinen.¹⁴⁰ Koska ympäristö muokkaa organismeja ja organismi ympäristöä, minkään elollisen tarkasteleminen irrallaan ympäristöstään ei oikeastaan ole mahdollista. Lopulta organismit ja ympäristö muodostavat yhden suuren kokonaisuuden, jonka ymmärtämiseksi on huomioitava paitsi osasten rooli kokonaisuudessa, myös alaspäin -vuorovaikutus kompleksisemmista yksiköistä yksinkertaisempiin päin. Erityisesti elävillä yksilöillä on itsenäistä kausaalista voimaa.¹⁴¹

Clayton ottaa kantaa myös tarkoituksen käsitteeseen biologiassa ja evoluutiossa. Luonnolla itsellään ei ole tarkoitusta, vaikka teologit voivatkin Claytonin mielestä mainiosti puhua Jumalasta, joka antaa tälle kehitykselle tarkoituksen. Se ei kuitenkaan ole biologinen väittämä. Biologiassa tarkoituksesta on mahdollista puhua vain tietoiseen ja tarkoitushakuiseen toimintaan kykenevien agenttien yhteydessä. Clayton pitää kykyä antaa asioille merkityksiä ja asettaa päämääriä emergenttinä ominaisuutena, joka on syntynyt hyvin myöhään evoluutiossa. Tarkoitus siis ikään kuin tuli maailmaan vasta kehittyneempien elämänmuotojen myötä.¹⁴²

¹³⁷ Clayton 2004, 85.

¹³⁸ Clayton 2004, 84–88.

¹³⁹ Clayton 2004, 89.

¹⁴⁰ Clayton 2004, 89–95.

¹⁴¹ Clayton 2004, 94–96.

¹⁴² Clayton 2004, 95.

Kuitenkin jo alkeellisempien elävien olentojen kohdalla on mahdollista puhua eräänlaisesta ”proto-päämääräisyydestä”, päämäärähakuisuudesta ilman tarkoitusta, joka sijoittuu jonnekin päämäärättömien kemiallisten prosessien ja tietoisuuden olennon toiminnan välimaastoon. Alkeellisellakin organismilla sen osat toimivat yhteistyössä siten, että sen selviytymismahdollisuudet olisivat mahdollisimmat suuret.¹⁴³ Lopulta kompleksisuuden edelleen kasvaessa emergoitui itsenäinen tietoinen persoona, joka kykenee ilmaisemaan päämääränsä ja toimimaan niiden mukaan. Tämä tietoisuus toimii täysin fysiikan lakien mukaan, mutta ylittää sen mitä niiden perusteella voidaan selittää. Tässä kohdin Clayton haluaa jälleen tehdä eroa fysikalismiin ja dualismiin. Tietoisuus ja kyky asettaa päämääriä ovat jotain fysiikan ylittävää mutta kuitenkin täysin siitä riippuvaisia. Mikäli ihminen on vapaan tahdon omaava agentti, myös tahdonvapaus on ymmärrettävä evoluution kuluessa kehittyneenä emergenttinä ominaisuutena.¹⁴⁴

Edellä mainituista esimerkeistä Clayton siis uskoo ainakin osan olevan esimerkkitapauksia vahvasta emergenssistä. Hän ei kuitenkaan analysoi mitään niistä tarkemmin. Tästä Michael Silberstein aiheellisesti on kritisoinut Claytonia. Silberstein toteaa Claytonin esimerkkien olevan vain lista asioita, joiden yhteydessä emergenssi mainitaan kirjallisuudessa. Mikään niistä ei kuitenkaan kiistatta ole esimerkki vahvasta emergenssistä, ja osa edustaa lähes varmasti vain heikkoa emergenssiä.¹⁴⁵ Toisaalta Clayton ei ilmeisesti ole tarkoittanutkaan kaikkia esimerkkejä ehdokkaiksi vahvasta emergenssistä, vaan osa niistä mukana vain luomassa kokonaiskuvaa emergenssin kentästä. Selvästi hän katsoo, että kaikki emergenssi ei ole vahvaa emergenssiä, vaan myös heikkoa emergenssiä esiintyy. Joka tapauksessa lista ilmiöistä, joihin mahdollisesti liittyy vahvaa emergenssiä, ei ole mikään todiste sen esiintymisestä. Voihan osoittautua, ettei yksikään kandidaatti lopulta täytä kriteereitä.

Erityisesti Clayton pitää kuitenkin mentaalisia ominaisuuksia ja tietoisuutta emergentteinä aineelliseen maailmaan nähden. Jotta ihmisen tietoisuudella olisi jokin todellinen merkitys joka selittäisi sen synnyn evoluutiossa, sillä täytyy olla todellista kausaalista voimaa. Se ei voi olla puhdas illuusio.¹⁴⁶ Jos kuitenkin tietoisuus osoittautuu ainoaksi emergentiksi ominaisuudeksi, on Claytonin mielestä kyse dualismista. Toisaalta hän ilmeisesti katsoo, että myös mentaalisten ominai-

¹⁴³ Clayton 2004, 97.

¹⁴⁴ Clayton 2004, 98–99.

¹⁴⁵ Silberstein 2006, 791.

¹⁴⁶ Clayton 2004, 101.

suuksien asteittainen kehittyminen evoluutiossa on varsin kiistatonta. Siksi dualismi ei tule kyseeseen. Vastaamatta jää, miksi mentaaliset ominaisuudet eivät voisi olla ainoa vahvasti emergentti ominaisuus maailmassa. Tämä toki romuttaisi Claytonin ajatuksen, että kompleksisuuden kasvu johtaa tasaisin väliajoin uusien ominaisuuksien emergoitumiseen. Ehkä teoria myös on uskottavampi, jos emergenssi voidaan tulkita kiinteänä ja jatkuvana kehityksen elementtinä. Ilmeisesti Clayton siis tarvitsee todisteita emergenssistä luonnontieteen piirissä erityisesti luodakseen uskottavuutta teorialle ihmismielen emergenssistä. Kolmannessa luvussa tarkastelen ennakoimattomuutta ja ominaisuuksien ilmenemistä fysiikan ja matematiikan näkökulmasta ja koetan ottaa kantaa Claytonin esimerkkien vakuuttavuuteen.

Emergenssi ja ihmismieli

Kirjassa *Mind and Emergence* Clayton aloittaa ihmisen mieltä käsittelevän luvun käymällä läpi aivojen ja mentaalisten ominaisuuksien suhteen hahmottamiseen liittyviä haasteita. Luonnontieteiden käsitteistössä on mahdollista puhua vain aivojen tai hermojärjestelmien tiloista. Yksityiskohtainkaan tieto aivojen rakenteesta ja sen eri osien aktivoitumisesta ei kuitenkaan sano mitään siitä, mitä ovat subjektiiviset kokemuksemme, saati siitä, mikä oikeastaan on se persoona, joka koemme olevamme. Toisaalta mentaaliset toiminnot ovat kuitenkin täysin riippuvaisia aivoista. Aivotilojen ja mentaalisten ominaisuuksien suhteen ymmärtämiseen ei ole olemassa tyydyttävää käsitteistöä. Tieteen näkökulmasta on ongelmallista tarkastella mentaalisia ominaisuuksia jonain aineelliseen maailmaan nähden reaalisesti ja itsenäisesti olemassa olevana. Toisaalta tietoisuuden samaistaminen materiaalisiin rakenteisiin tuntuu subjektiivisen kokemuksemme perusteella mahdolliselta.¹⁴⁷ On esimerkiksi mahdollista tutkia, mitkä aivoalueet aktivoituvat, kun koehenkilön silmien eteen tuodaan punaista väriä ja hän tulee tästä tietoiseksi. Yksityiskohtaisinkaan tieto aivojen tilasta punaista havaittaessa ei kuitenkaan auta esimerkiksi täysin värisokeaa ihmistä saamaan kokemusta punaisesta.¹⁴⁸

Clayton pohtii, pitäisikö ihmismieltä tarkastella ominaisuutena vai objektina. Puhe mielestä objektina viittaa helposti dualismiin, ja toisaalta puhe mentaalisista ominaisuuksistakin on riittävän haastavaa sijoittaa luonnontieteen kontekstiin. Siksi on Claytonin mielestä turvallisinta ainakin toistaiseksi puhua vain mentaalisista ominaisuuksista, jotka ovat aivotoiminnan seurauksena syntyviä komp-

¹⁴⁷ Clayton 2004, 107–113.

¹⁴⁸ Clayton 2004, 122.

leksisiä ja emergenttejä ominaisuuksia.¹⁴⁹ Neurotieteissä on pyritty löytämään hermostollisia vastineita tietoisille kokemuksille. Clayton käy läpi muutamia tutkimusesimerkkejä ja tutkijoiden näkemyksiä tältä alueelta. Niiden perusteella hän vaikuttaisi painottavan tietoisuuden ainakin jonkinasteista erillisyyttä muuhun aivotoimintaan nähden. Tietoiseksi tuleminen näyttäisi ajallisesti seuraavan muuta aivotoimintaa. Aivot voivat ottaa vastaan signaaleita ja työstää niitä jo ennen kuin ihminen tulee siitä tietoiseksi, ja esimerkiksi näköaistiin vaikuttavista aivovammoista kärsivien on osoitettu havainneen asioita, joita he eivät tiedä havainneensa.¹⁵⁰

Toistaiseksi ei voida varmuudella sanoa, onko tietoisuus rajoittunut johonkin tiettyyn aivojen osaan, onko se riippuvainen jostain tietystä neuronista tai neuronien joukosta vai tuottaako sen aivojen toiminta kokonaisuutena.¹⁵¹ Clayton toteaa, ettei hän osaa sanoa, osoittautuuko emergenssiteoria tietoisuuden osalta mahdottomaksi, jos tietoisuus liittyy vain tiettyntyyppisiin neuroneihin tai pieneen neuroneiden joukkoon. Emergenssi liittyy kuitenkin evoluutiossa systeemin kompleksisuuden kasvuun. Siksi tietoisuuden tulkitseminen emergentiksi edellyttää, että sen tuottava rakenne on riittävän monimutkainen ja toimii holistisesti.¹⁵² Clayton vaikuttaisi joka tapauksessa uskovan, että näin on. Yllättävää ja sekä filosofian että luonnontieteen näkökulmasta varsin vallankumouksellista olisikin, jos osoittautuisi, että tietoisuuden tuottaa esimerkiksi jokin yksittäinen hiukkanen tai hyvin yksinkertainen aineellinen rakenne.

Aivotoiminnan ja tietoisten kokemusten korrelaatioiden etsintä ei kuitenkaan loppujen lopuksi voi tuottaa muuta kuin korrelaatioita.¹⁵³ Tietoisuus säilyy niin sanotusti kovana ongelmana, koska korrelaatioita etsimällä ei saada vastausta kahteen keskeiseen kysymykseen: mitä tietoisuus on ja mikä on sen merkitys.¹⁵⁴ Leo Näreaho on kirjoittanut tietoisuuden ja neurotieteen suhteesta kirjassa *Tiede, uskonto ja tietoisuus: filosofista rajankäyntiä*. Hän esittelee Antonio Damasion ja Gerald Edelmanin teorioita tietoisuudesta, mutta toteaa, ettei niillä ole paljonkaan annettavaa aivojen ja tietoisuuden suhteen ymmärtämiseen.¹⁵⁵ Myös Näreaho pohdii korrelaatioiden merkitystä. Niitä voidaan kyllä etsiä, mutta miten määritellä etsit-

¹⁴⁹ Clayton 2004, 111.

¹⁵⁰ Clayton 2004, 112–114.

¹⁵¹ Clayton 2004, 115, 117.

¹⁵² Clayton 2004, 117.

¹⁵³ Clayton 2004, 120.

¹⁵⁴ Clayton 2004, 122.

¹⁵⁵ Näreaho 2010, 190, 193.

tävien korrelaattien koko. Mentaalisen tilan korrelaatti on aivokudosta, joka rakentuu soluista, ne taas atomeista, ja atomien sisusta hallitsevat kvanttimekaaniset tapahtumat. Ei ole millään tavoin varmaa, että ymmärrys tietoisuuden luonteesta lisääntyy, kun mentaalisten tilojen korrelaatit aivoissa paikallistetaan yhä tarkemmin ja tarkemmin. Toisaalta tietoisuuden fysikaalinen perusta voikin löytyä kvanttifysikaalisista tapahtumista – tämän vaihtoehdon jo dualismin yhteydessä mainitsin. Neurotutkijatkin törmäävät aina lopulta tietoisuutta koskeviin filosofisiin ja metafysiisiin kysymyksiin. Näreaho toteaa, että neurotutkimus pystyy valottamaan tietoisuuden ongelmaa yhtä vähän kuin maalauksen materiaalin tutkiminen kertoo sen äärellä koetusta esteettisestä kokemuksesta.¹⁵⁶

Näihin tietoisuuden luonnetta koskeviin kysymyksiin pitäisi emergenssiteorialla siis olla jotain uutta annettavaa. Jo ensimmäisessä luvussa otin esille supervenienssin käsitteen. Tietoisuuden ja kokemusten voidaan sanoa supervenioivan aivotiloja. Clayton tekee jaon *heikkoon* ja *vahvaan* supervenienssiin. Vahvan tulkinnan mukaan mentaaliset tilat määräytyvät yksikäsitteisesti aivotiloihin nähden. Kokemuksemme olisi siis aivoihin nähden täysin determinististä. Kaksi ihmistä kokee täsmälleen saman kokemuksen, jos heidän aivojensa kokemuksen kannalta merkitykselliset osat ovat täsmälleen samassa tilassa. Heikko supervenienssi puolestaan edellyttää kyllä, että mentaaliset tilat ovat aivoista täysin riippuvaisia, mutta hylkää yksi yhteen -vastaavuuden aivotilojen ja kokemusten välillä. Useat erilaiset biologiset rakenteet voivat esimerkiksi tuottaa kokemuksen kivusta. Heikko tulkinta vaikuttaisikin sikäli luontevammalta, että hyvin erilaiset elolliset olennot voivat kokea kipua. Yksi yhteen -vastaavuuden sijaan puhuttaisiin tyyppi–tyyppi (type–type) -vastaavuudesta. Mentaaliset ja fysikaaliset tapahtumat edustaisivat kahta erilaista tapahtumatyyppiä maailmassa. Niiden keskinäisen vaikutuksen selvittämiseksi pitäisi ensin yleisemmin selittää, miten erityyppiset tapahtumat ovat suhteessa toisiinsa.¹⁵⁷ Clayton ei tämän tarkemmin erittele, mitä hän tyyppi–tyyppi -vastaavuudella tarkoittaa, mutta hänen myöhemmin esittelemänsä agentti-kausalisuus viittaa nähdäkseni siihen, mitä hän ajaa tässä takaa.¹⁵⁸ Emergenssi on mahdollista sovittaa yhteen heikon supervenienssin kanssa. Supervenioivat ominaisuudet ovat emergoituneet historiallisessa evoluutiossa kompleksisuuden kas-

¹⁵⁶ Näreaho 2010, 195–197.

¹⁵⁷ Clayton 2004, 124–126.

¹⁵⁸ Clayton 2004, 141.

vaessa. Clayton toteaakin, että, hänen kannattamastaan näkemyksestä voisi käyttää nimeä *emergentistinen supervenienssi* (emergentist supervenience).¹⁵⁹

Sami Pihlström pitää emergenssiä hedelmällisenä vaihtoehtona tarkastella tietoisuuden ja materiaalisen maailman suhdetta. Hän toteaa, että jos hylkäämme fysikalismia ja dualismia, mutta kiellämme myös emergenssin, ainoaksi vaihtoehdoksi jää panpsykismi. Panpsykisti katsoo, että todellisuus on pohjimmiltaan henkinen ja sen alkeellisimmillakin osilla on jonkinasteisia mentaalisia ominaisuuksia. Pihlströmin mielestä panpsykismi on paljon emergenssiä vaikeammin hyväksyttävissä.¹⁶⁰

Clayton pyrkii rakentamaan tietoisuuden ja materiaalisen maailman suhteelle teoriaa, joka olisi hyväksyttävissä luonnontieteen näkökulmasta mutta ottaisi silti mentaaliset ominaisuudet jonain reaalina ja itsenäisesti olemassa olevana. Tämän tasapainoilun seurauksena hänen esityksensä on hieman rönsyilevä ja tuntuu välillä takertuva yksityiskohtiin, joiden merkityksen avaaminen on työlästä. Koetan seuraavaksi joka tapauksessa tiivistää hänen ajatuksensa niin kuin sen itse ymmärrän.

Ihminen on psykofyysinen kokonaisuus,¹⁶¹ jolle on evoluutiossa kompleksisuuden kasvaessa emergoitunut ominaisuuksia, jotka eivät ole palautettavissa alemman tason toimintoihin. Erityisesti tällaisia ovat mentaaliset ominaisuudet, joista ainakin osa on vain ihmiselle ominaisia.¹⁶² Näillä ominaisuuksilla on itsenäistä ja niiden perustana oleviin aivotiloihin nähden kausaalista vaikutusta, joka eroaa fyysikaalisesta ja biologisesta kausaalisuudesta. Sitä voidaan kutsua esimerkiksi agenttikausaalisuudeksi.¹⁶³ Ihmisen persoonan tutkimus ei voi rajoittua vain aivojen tutkimiseen. Tarkastelun kohteena on oltava myös emergentti ajattelun taso, jonka kuvailu ei ole mahdollista vain fyysikaaliselta pohjalta, vaan edellyttää myös tason sisäisen käsitteistön käyttöä.¹⁶⁴ Clayton ei vielä tässä yhteydessä kuitenkaan halua puhua ihmisistä agenteina vaikka käyttääkin sanaa myöhemmin puhuessaan emergenssistä ja transsendentista, ymmärtääkseni siksi, että agentti on mahdollista ymmärtää luonnontieteiden kannalta ongelmallisena metafyyssisenä käsitteenä. Vain metafyyssisesti minimalistinen teoria säilyttää kosketuksen luonnontieteisiin. Tapahtumista ja tiloista on mahdollista puhua luonnontieteiden kon-

¹⁵⁹ Clayton 2004, 127.

¹⁶⁰ Pihlström 2000, 8–9.

¹⁶¹ Clayton 2004, 143.

¹⁶² Clayton 2004, 139.

¹⁶³ Clayton 2004, 141.

¹⁶⁴ Clayton 2004, 143.

tekstissa, substansseista ei. Mentaaliset ominaisuudet ovat joka tapauksessa riippuvaisia niitä edeltävistä fysikaalisista tapahtumista.¹⁶⁵

Claytonin agenttikausaalisuudella saattaisi olla yhtymäkohtia Stuart A. Kauffmanin ajatuksiin ihmismielestä. Kauffman, johon viittasin jo fysikalismin kritiikin yhteydessä, vastustaa kirjassaan *Pyhä uudelleen keksiminen* yrityksiä ymmärtää ihmismieli tietokoneen kaltaisena järjestelmänä, joka suorittaa mekaanisia laskutoimituksia.

Uskon, että ihmismieli ei ole algoritminen eikä se ole pelkkä laskennallinen kone. Pikemminkin uskon, että mieli on *enemmän* kuin ”laskennallinen kone”. Meissä ruumiillistuva ihmismieli on *Tarkoittava ja tekevä orgaaninen järjestelmä*. Nykyiset teoriat eivät pysty kertomaan, miten mieli tuottaa toteuttamansa merkitykset ja tekemiset.¹⁶⁶

Sekä tietokoneiden periaate että mekaanisen laskennan soveltaminen neurotieteen perustuvat brittiläisen matemaatikon Alan Turingin algoritmeja koskeviin tutkimuksiin. Kauffman määritteli algoritmin sanomalla, että se on ”tehokas menetelmä tuloksen laskemiseksi”. Esimerkiksi luvun jakaminen jakokulmassa on algoritmi: yksinkertaisten ohjeiden mukaisesti kirjoitetaan symboleja paperille, kunnes saavutetaan lopputulos. Turing loi teoreettisen pohjan koneelle, joka mekaanisesti, vaihe vaiheelta ratkaisisi laskutoimituksia. Tällaista konetta kutsutaan Turing-koneeksi.¹⁶⁷ Jokainen tietokone on tavallaan Turing-kone. Algoritmeihin ja Turingin työhön palaan uudelleen vielä kolmannessa luvussa.

Monet neurotieteilijät ovat siis pyrkineet ymmärtämään aivojen toimintaa monimutkaisena Turing-koneena. Ihmisen kyky ratkaista ongelmia redusoituisi aivojen laskutoimituksiksi.¹⁶⁸ Kauffman näkee tämän kuitenkin mahdottomana. Turing itse osoitti, että on olemassa ongelmia, jotka eivät ole laskettavissa Turing-koneella, ja jo tätä ennen Kurt Gödel oli osoittanut, ettei edes matematiikka itse ole algoritminen. Valittiinpa aksiomat miten tahansa, aina jää tosia väitteitä, joita ei voi johtaa aksiomista.¹⁶⁹ Ihmismieli näyttäisi tuottavan teorioita, joita ei voida johtaa deduktiivisella päättelyllä aiemmista teorioista.

Kauffmanin mukaan erityinen ongelma laskettavuuden kannalta on ihmisen taivutus luokitella asioita. Ihminen sijoittaa samaan kategoriaan asioita, joilla ei ole mitään sellaista yhteistä piirrettä, jonka voisi mekaanisesti tunnistaa. On mahdotonta sanoa täsmällisesti, mikä esimerkiksi yhdistää kaikkia mahdollisia pelejä, tai miksi jo ulkomuodon perusteella osaamme luokitella joukon hyvinkin

¹⁶⁵ Clayton 2004, 142.

¹⁶⁶ Kauffman 2008, 203.

¹⁶⁷ Kauffman 2008, 203–204.

¹⁶⁸ Kauffman 2008, 204.

¹⁶⁹ Kauffman 2008, 210.

erinäköisiä eläimiä koiriksi. Kauffman viittaa tässä Wittgensteinin perheyhtäläisyyden käsitteeseen.¹⁷⁰

Laskennallisesti on helppo ratkaista ongelmia, joissa samat asiat vaikuttavat toisiinsa aina samalla tavalla. Kauffman käyttää sanaa *ongelma-avaruus* kuvaamaan tällaista asioiden joukkoa, jossa niiden keskinäinen vuorovaikutuksen tapa on ennalta tiedossa. Kehitys on usein kuitenkin juuri sitä, että jotain asiaa käytetään ennakoimattomalla tavalla ja siirrytään alkuperäisen ongelma-avaruuden ulkopuolelle.¹⁷¹ Kauffmanin lempiesimerkki, johon hän palaa useita kertoja, on tarina traktorin kehittelystä. Traktoria muotoiltaessa ongelmaksi nousi riittävän vahvan rungon tekeminen, jotta se kestäisi raskaan sylinterilohkon painon. Ratkaisu löytyi, kun oivallettiin käyttää itse sylinterilohkoa runkona, eikä erillistä runkoa tarvittu.¹⁷² Tällaisten uudenlaisten vuorovaikutusten huomioiminen algoritmisissa ratkaisuisissa on käytännössä mahdotonta. Näyttäisi siis siltä, että ihmisen aivot eivät ole pelkkä Turing-kone.

Kauffman käyttää usein sanaa *toimija*, joka saattaisi viitata samantyyppisiin kykyihin kuin Claytonin agenttikausaalisuus. Kauffmanin toimijalle on keskeistä, että siihen voidaan soveltaa teleologista eli päämäärähakuista kieltä. Bakteerista voi Kauffmanin mielestä sanoa, että se ”ui ylös glukoosigradienttia ’saadakseen’ sokeria”. Tämä on teleologista kielenkäyttöä ja bakteeria voisi ehkä pitää toimijana. Pallosta ei kuitenkaan voi sanoa, että se vierii ”päästäkseen” alamäkeä. Pallon liikkeistä ei voi puhua teleologisesti. Kauffmanin toimijuus ja Claytonin agenttikausaalisuus saattaisivat siis viitata ainakin osittain samaan todellisuuden piirteeseen, elollisten olentojen ja erityisesti ihmisen kykyyn luoda asioiden välille uusia merkityksiä ja vuorovaikutuksia tietyn päämäärän saavuttamiseksi.

Palaan nyt takaisin Claytoniin. Hänen käsityksensä ihmisestä voisi ehkä tiivistää seuraavasti. Biologisen systeemin käyttäytymistä ohjaavat geneettisesti määräytyneet tai opitut taipumukset. Tämän biologisen tason yläpuolella on emergentti päämäärähakuinen taso, jolla toimintaa ohjaavat halut ja uskomukset. Näiden yläpuolella vaikuttavat puolestaan korkeamman tason kognitiiviset prosessit.¹⁷³ Nämä tasot yhdessä muodostavat kokonaisuuden, jota voidaan kutsua ihmisen persoonaksi.¹⁷⁴ Persoonan käsite sitoo ihmisen biologisen ja neurologisen tarkastelun yhteen ihmistieteiden kanssa. Persoonaa on sosiaalisen vuorovaikutuk-

¹⁷⁰ Kauffman 2008, 211.

¹⁷¹ Kauffman 2008, 212–213.

¹⁷² Kauffman 2008, 174–175.

¹⁷³ Clayton 2004, 143.

¹⁷⁴ Clayton 2004, 143–144.

sen perusyksikkö. Sosiaaliset tieteet, kuten psykologia, sosiologia ja kulttuuriantropologia, rakentuvat persoonien olemassaolon varaan. Luonnollisesti avoimiksi jäävät vielä sellaiset kysymykset kuin, milloin persoona syntyy, kehittykö tai häviääkö se asteittain, voiko elossa olevan ihmisen persoona hävitä tai himmetä, tai onko se metafyyssinen objekti kuten sielu tai persoonasubstanssi; reaalisesti olemassa oleva vai ainoastaan sosiaalinen fiktio. Oleellista kuitenkin on, että persoonien vuorovaikutus ei ole palautettavissa fysikaalisiin vuorovaikutuksiin.¹⁷⁵ Sosiaalisen elämän selittäminen edellyttää agenttivuorovaikutusta, jossa keskeisiä ovat päämäärät ja tarkoituksenmukainen toiminta niiden eteen. Persoonien toiminta on intentionaalista ja teleologista.¹⁷⁶

Yhdysvalloissa sai 1800-luvun lopulla alkunsa personalismiksi kutsuttu filosofinen suuntaus, josta Sami Pihlström on kirjoittanut kirjassaan *Uskonto ja elämän merkitys* julkaistun artikkelin. Suuntauksen äänenkannattajan, The Personalist Forumin ensimmäisessä numerossa 1985 toimittaja Thomas Buford määritteli personalismin seuraavasti:

Personalismi on filosofia, joka perustuu *persoonallisten* kategorioiden palautumattomuuteen ja ensisijaisuuteen – eli sellaisten kategorioiden, jotka hallitsevat persoonallisten olentojen välistä vuorovaikutusta – merkityksen pikemmin kuin syyn, kunnioituksen pikemmin kuin voiman, moraalisen arvon pikemmin kuin tehokkuuden, ymmärtämisen pikemmin kuin selittämisen kategorioiden.¹⁷⁷

Pihlström etsii personalismin piirteitä nykypäivän amerikkalaisesta filosofiasta ja viittaa Joseph Margolisin ja Karl R. Popperin ajatuksiin (joista kumpikaan ei tosin tunnustaudu personalistiksi). Pihlström kirjoittaa, että ”Margolisin mukaan persoonat ovat emergenttejä mutta aineellisessa todellisuudessa ”ruumiillistuneita” kulttuurientiteettejä.” Hän jatkaa:

Tällaisen ajattelutavan [Margolis ja Popper] mukaan persoonan, tyypillisesti ihmispersoonan, olemassaolo ei ole kartesiolaisen dualismin mukaista puhtaasti ”sielullista”, pelkkänä ajattelevana oliona olemista, vaan olennaisesti ruumiillista, aineen maailmaan sidottua. Silti persoona on enemmän kuin pelkkä materiaallinen perustansa, josta se ikään kuin kehkeytyy eli emergoituu, nousee esiin. Persoonan ontologinen erityislaatu edellyttää sosiaalista vuorovaikutusta muiden kieltä ja käsitteitä käyttävien olentojen – muiden persoonien – kanssa. Niinpä on osuvaa kuvailla persoonaa kulttuurientiteetiksi, inhimilliseksi luomukseksi, joka ei voi syntyä ”itsestään” ihmisyyhteisöstä irti repäistynä.¹⁷⁸

Claytonia ei lähtökohdiltaan voi pitää personalistina. Nämä kiinnittävät huomiota subjektiivisen ja persoonallisen kokemuksen merkitykseen tietoteoriassa ja korostavat tiedon näkökulmasidonnaisuutta. He kritisoivat metafyyssistä realismia,¹⁷⁹

¹⁷⁵ Clayton 2004, 145.

¹⁷⁶ Clayton 2004, 146.

¹⁷⁷ Pihlström 2010, 137. Kyseessä on Pihlströmin kääntämä lainaus Bufordin artikkelista.

¹⁷⁸ Pihlström 2010, 144–145.

¹⁷⁹ Pihlström 2010, 135.

joka Claytonilla näyttäisi olevan teoriansa lausumattomana taustaoletuksena. Claytonin käsitys persoonan synnystä, luonteesta ja palautumattomuudesta ruumiillisiin prosesseihin - ihmispersoonaa psykofyysisenä kokonaisuutena - vaikuttaisi kuitenkin olevan lähellä joidenkin personalistisesti suuntautuneiden filosofien ajatuksia.

Yhteenveto Philip Claytonin emergenssikäsityksestä

Tässä luvussa olen pyrkinyt esittelemään Philip Claytonin emergenssiteoriaa ja peilaamaan sitä eräiden muiden tutkijoiden käsityksiin. Claytonin ajattelussa keskeistä on, että maailmankaikkeus on ajassa kehittyvä kokonaisuus, joka jatkuvasti synnyttää yhä monimutkaisempia rakenteita. Tämä kehitys ei kuitenkaan ole ennustettavissa tai kuvailtavissa kaikkina aikoina yleispätevillä laeilla ja säännönmukaisuuksilla. Kompleksisuuden kasvaessa kehityksessä on aika ajoin eräänlaisia epäjatkuvuuskohtia, joissa syntyy ontologisesti uudenlaisia ominaisuuksia ja objekteja. Niiden vaikutus omiin osasiinsa ja ympäristöönsä ei ole enää kuvailtavissa niitä ennen vallinneilla käsitteillä ja laeilla, vaan edellyttää uusien käsitteiden käyttöönottoa ja sisältää aiemmasta poikkeavia vuorovaikutuksen muotoja. Tätä hän kutsuu alaspäin -kausalisuudeksi. Näin syntyy uusia omalakisista todellisuuden tasoja, jotka muodostavat sisäkkäisen hierarkian. Uuden tason ominaisuudet eivät myöskään ole välttämättömiä niitä edeltäneeseen tilaan nähden, vaan niiden sijaan olisi samoista lähtökohdista voinut syntyä myös joitain muita ominaisuuksia. Tätä ontologisesti uudenlaisten ominaisuuksien ja objektien syntyä Clayton kutsuu vahvaksi eli ontologiseksi emergenssiksi.

Clayton näkee useissa luonnonilmiöissä viitteitä vahvasta emergenssistä, ja pitää teoriansa testaamista ainakin osittain luonnontieteellisenä kysymyksenä, mutta ei pyri täsmällisemmin analysoimaan yhdenkään esimerkinsä luonnetta. Toisaalta hän sanoo vahvan emergenssin olevan metafyyminen teoria. Hieman epäselväksi jää, katsooko hän, että metafyyminen teoria olisi mahdollista luonnontieteellisesti todistaa oikeaksi. Claytonin esimerkit eivät missään tapauksessa todista teoriaa luonnontieteellisessä mielessä, mutta muutamat niistä ovat mielestäni riittäviä tekemään hänen kannattamastaan emergenssin muodosta vakavasti otettavan teorian. Varsinkin fysiikan ja biologian, sekä aivojen ja ihmismielen suhdetta koskevat pohdiskelut ovat huomionarvoisia.

Elämää ja ihmisen persoonaa Clayton pitää emergentteinä todellisuuden tasoina, mutta korostaa, että teoria edellyttää emergenssiä esiintyvän myös elottoman luonnon piirissä. Varsinkin jos ihmismieli olisi ainoa vahvasti emergentti

asia maailmassa, kyse olisi itse asiassa dualismista. Persoonat ovat sosiaalisen todellisuuden perusyksiköitä samalla tavalla kuin esimerkiksi aineen atomit ovat kemian tutkimuksen perusyksiköitä. Persoona on keskeinen käsite, kun Clayton soveltaa teoriaansa teologiaan ja kysymykseen Jumalasta. Tähän aihepiiriin palaan neljännessä luvussa. Seuraavassa luvussa tarkastelen emergenssiä luonnontieteellisen tietämyksen kannalta ja pyrin peilaamaan Claytonin ajatuksia sitä vasten.

3. Emergenssi suhteessa moderniin fysiikkaan, kompleksisuuden tutkimukseen ja kaaosteoriaan

Emergenssiin liittyy ennakoimattomuus ja uusien, yhä kompleksisempien rakenteiden syntyminen. Toisaalta matemaattisesti on pyritty mallintamaan ja tietokoneilla simuloimaan prosesseja, joissa yksinkertaisten vaiheiden toistaminen tuottaa hyvin monimutkaisia säännönmukaisia rakenteita. Kaaosteoria puolestaan tutkii systeemejä, jotka ovat hyvin herkkiä lähtötilanteelle niin, että niiden käyttäytyminen tietyissä tilanteissa on käytännössä ennakoimatonta. Monet Claytonin emergenssiin viittaavat esimerkit kuuluvat jollain tavoin kompleksisuuden tutkimuksen ja kaaosteorian alueeseen. Pyrin tässä luvussa luomaan katsauksen nykikäsitteeseen fysikaalisten ilmiöiden ennustettavuudesta sekä siihen, mitä kompleksisuuden tutkimus ja kaaosteoria voivat kertoa tai jättävät kertomatta todellisuuden luonteesta ja mikä on niiden suhde emergenssiin. Tarkoitukseni on osoittaa, että jatkuva kompleksisuuden kasvu, tiettyjen ilmiöiden episteeminen ennustamattomuus ja näiden myötä heikon eli episteemisen emergenssin esiintyminen maailmassa ovat luonnontieteellisiä tosiasioita ja myös sen keinoin tutkittavissa. Vahva emergenssi Claytonin esittämässä muodossa on puolestaan metafyyssinen teoria, jonka totuutta on ainakin tämänhetkisen tieteellisen tietämyksen valossa vaikeaa tai mahdotonta arvioida.

Käsittelen myös kvanttifysiikkaa, koska se on haastanut klassisen fysiikan taustalla olevat käsitykset todellisuuden luonteesta ja ymmärrettävyydestä sekä ihmisestä todellisuuden osana. Pyrin kiinnittämään huomiota emergenssiteorian havaintoa ja havaitsijan asemaa koskeviin metafyyssisiin oletuksiin, jotka ovat nähdäkseni varsin pitkälle samat kuin klassisessa fysiikassa ja mekanistis-deterministisessä todellisuuskäsityksessä. Lisäksi kvanttifysiikassa on tulkittu olevan epäkausaalaisia tai epädeterministisiä piirteitä. Sikäli se voisi antaa viitteitä vahvasta emergenssistä maailmankaikkeudessa.

Newtonista kaaosteoriaan

Käsitys ilmiöiden ennustettavuudesta ja luonnon deterministisyydestä on muuttunut useaan kertaan viimeisten kolmensadan vuoden aikana. Luon lyhyen katsauksen aiheeseen aloittaen Newtonin fysiikasta ja tarkastelen, millaisten kysymysten kautta tutkimus on siitä edennyt kaaosteoriaan ja kompleksisuuden simulointiin. Historian ja kaaosteorian osalta tukeudun lähinnä John Gribbinin kirjaan *Syvä yksinkertaisuus: Kaaos, kompleksisuus ja elämän synty*.

Vielä 1600-luvulla ihmiskunnalta puuttuivat matemaattiset välineet taivaan-kappaleiden liikkeiden ja luonnonilmiöiden ennakointiin. Planeettojen liikkeitä osattiin kyllä havaittujen säännönmukaisuuksien perusteella ennakoida ja niiden ratoja määrittää. Tämä säännönmukaisuus selitettiin kuitenkin Jumalan tai jumalien aikaansaannokseksi, tai fysikaalisilla kappaleilla ajateltiin olevan sellainen luonto, että ne pyrkivät säilyttämään tietyn harmonian ja järjestyksen ja liikkumaan tietyllä tavalla.¹⁸⁰ Esimerkiksi aristoteelisessa mekaniikassa ajateltiin, että kullakin kappaleella on kosmoksessa sille luonteenomainen paikka, joka riippuu neljän perusaineen suhteista sen koostumuksessa. Kukin kappale pyrki liikkumaan suoraviivaisesti kohti omaa paikkaansa. Siksi esimerkiksi kiven luontainen liike on alaspäin kohti maan keskipistettä, ja liekin taas suoraan ylöspäin, etäämmäksi siitä.¹⁸¹

Galilein, Kopernikuksen ja Keplerin kokeet ja tähtitieteelliset havainnot 1500- ja 1600-luvuilla ennakoivat jo muutosta maailmankuvassa. Ehkä fysiikan suurin edistysaskel otettiin kuitenkin, kun Newton – samanaikaisesti Leibnizin kanssa – kehitti differentiaalilaskennan ja muotoili liikettä ja voimaa koskevat lait yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Ne antoivat mahdollisuuden ennustaa kappaleen etenemistä tulevaisuudessa kappaleen tämänhetkisen liiketilän ja kappaleeseen vaikuttavien voimien perusteella. Tykinkuulan lentoradalle tai planeettojen liikkeille oli nyt olemassa matemaattinen malli, jota voitiin käytännössä testata havainnoin ja kokein. Liikelait sisältävä Newtonin pääteos *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* julkaistiin 1687.¹⁸²

Jo Newton itse oli tietoinen teoriaansa liittyvistä ongelmista, ja ne ilmenivät erityisesti taivaanmekaniikassa. Newtonin lakien perusteella on helppo laskea, miten kaksi kappaletta kiertää toisiaan tyhjässä avaruudessa. Niiden ellipsinmuotoisille radoille on olemassa yksinkertaiset matemaattiset yhtälöt, joista niiden sijainti voidaan laskea millä tahansa tulevaisuuden tai menneisyyden ajanhetkellä.¹⁸³ Jos toisiinsa vaikuttavia kappaleita kuitenkin on kolme tai enemmän, ei niiden ratoja enää ole mahdollista laskea täsmällisesti. Tätä kutsutaan matematiikassa ja fysiikassa yleisesti kolmen kappaleen ongelmaksi.¹⁸⁴ Matemaattisin termein sanottuna niiden keskinäistä vuorovaikutusta ja sijaintia kuvaaville yhtälöille ei ole olemassa analyttisiä ratkaisuja, vaan joudutaan tyytymään likiarvoisiin, itera-

¹⁸⁰ Gribbin 2005, 17.

¹⁸¹ Chalmers 1994, 69.

¹⁸² Gribbin 2005, 18–26.

¹⁸³ Koskinen & Vainio 2010, 13–15.

¹⁸⁴ Koskinen & Vainio 2010, 37–38.

tiivisiin ratkaisuihin. Tällaisilla ratkaisuilla esimerkiksi Aurinkokunnan planeettojen radat voidaan ennustaa hyvinkin pitkällä aikavälillä riittävän tarkasti ja päätellä, että ne ovat pysyneet nykyisillä radoillaan hyvin pitkään ja tulevat jatkamaan niillä kauas tulevaisuuteen. Likimääräiset ratkaisut eivät kuitenkaan voi todistaa, että näin jatkuisi ikuisesti. Kyse ei ole laskijan taitamattomuudesta tai tiedon puutteesta, vaan periaatteellisesta ongelmasta: analyttistä ratkaisua ei yksinkertaisesti ole olemassa. Luonto ikään kuin ei tiedä omaa tulevaisuuttaan. Newton oli itse syvästi uskonnollinen ihminen ja katsoi, että jos Aurinkokunnan planeetat alkaisivat poiketa nykyisiltä radoiltaan, Jumala kyllä palauttaisi ne paikalleen. Silti monet olivat halukkaita sivuuttamaan teorian ongelmat ja näkemään maailman täysin mekaanisena ja deterministisenä.¹⁸⁵

1800-luvun loppupuolella matemaatikot alkoivat kuitenkin suhtautua ongelmaan yhä vakavammin ja etsiä siihen määrätietoisemmin ratkaisua. Keskeiseksi nousivat matemaatikko Henry Poincarén oivallukset. Vuonna 1890 julkaistussa tutkimuksessaan hän osoitti, että kolmen kappaleen ongelmassa kappaleiden ratojen approksimoinnissa käytettävät sarjat ovat tyypillisesti hajaantuvia. Käytännössä tämä tarkoittaa, että stabiilit taivaankappaleiden radat ovat poikkeuksia ja epävakaus normaalia ja että hyvin pitkällä aikavälillä taivaankappaleiden ratoja on mahdotonta ennustaa edes likimääräisesti. Mielivaltaisen pienet erot lähtötilanteessa voivat tuottaa täysin toisistaan poikkeavia lopputuloksia.¹⁸⁶

Voimme tietysti kuvitella supertietokoneen, joka tuntee lähtötilanteen täydellisesti ja laskee likiarvoa tarkemmin ja tarkemmin yhä kauemmas tulevaisuuteen. Kyse ei kuitenkaan ole riittämättömästä mittaustarkkuudesta tai laskentatehosta, vaan periaatteellisesta rajoituksesta. Lähtötilannetta on mahdotonta tuntea absoluuttisen tarkasti. Perustelu tälle on varsin yksinkertainen.

Kappaleen sijainti avaruudessa täytyy määrittää jossain koordinaatistossa koordinaatteina, jotka ovat reaalityyppisiä lukuja. Reaalityyppiset luvut jakautuvat rationaaliluvuiksi ja irrationaaliluvuiksi. Rationaaliluvut voidaan ilmoittaa murtolukuina kahden kokonaisluvun suhteena, esimerkiksi $3/4$, $2/3$ tai $15/37$. Desimaaliluvuksi muutettuna ne ovat päättyviä tai päättymättömiä mutta jaksollisia: $3/4 = 0,75$, $2/3 = 0,666666\dots$ ja $15/37 = 0,405405405\dots$. Jokaisen kahden rationaaliluvun välistä löytyy kuitenkin irrationaalilukuja, joita ei voi ilmaista murtolukuina ja jotka desimaalilukuina ovat päättymättömiä ja jaksottomia. Tällaisen luvun ilmoittaminen

¹⁸⁵ Gribbin 2005, 26–27.

¹⁸⁶ Gribbin 2005, 53–62.

täsmällisesti vaatisi, että kirjoitetaan ääretön määrä desimaaleja. Jos siis kolmen kappaleen ongelmassa lähtötilanteessa kaikkien kappaleiden kaikki koordinaatit sattuisivat olemaan jossain koordinaatistossa rationaalilukuja, alkutilanne olisi teoriassa mahdollista ilmaista täsmällisesti. Jos kuitenkin yksikin koordinaatti on irrationaaliluku, mikä on paljon todennäköisempää, jo pelkästään tämän yhden koordinaatin tallentaminen vaatisi äärettömän muistikapasiteetin.¹⁸⁷

Maailmankaikkeudessa on äärellinen määrä hiukkasia, eikä mikään tietokone voi tallentaa lukuja äärettömän tarkasti. Maailmankaikkeus ei siis voi pitää sisällään oliota, joka tietäisi täsmällisesti sen tulevaisuuden, ei vaikka tuo olio olisi koko maailmankaikkeus itse. Ei ole mahdollista ajatella simulaattoria, joka simuloisi maailmankaikkeuden tulevaisuutta nopeammin kuin sen tila reaaliajassa kehittyy.¹⁸⁸

Monilla systeemeillä on olemassa niin sanottu *attraktori*, tila, jota kohti ne kulkevat, kun alkutilanne pysyy tiettyjen reunaehtojen sisällä. Yksinkertaisimmillaan esimerkiksi lasten keinulla on attraktori. Se on piste, jossa keinu roikkuu paikallaan suorien narujen varassa. Annettiinpa keinulle kuinka paljon vauhtia tahansa ja mihin suuntaan tahansa, keinu aina lopulta päätyy tähän tilaan. Tilanne muuttuu vasta, kun vauhtia esimerkiksi annetaan niin paljon, että keinu pyörähtää yläkautta sitä kannattelevan putken ympäri, ja narut kietoutuvat putken ympärille. Maan liikkeiden attraktori on ellipsin muotoinen rata Auringon ympäri. Vaikka jokin häiritseisi Maan liikettä ja muuttaisi sen rataa hieman tilapäisesti, se vähitellen palaa kohti alkuperäistä ideaalirataa. Vasta riittävän suuret häiriöt voisivat suistaa Maan kokonaan radaltaan.

Samalla systeemillä voi olla useita attraktoreja, ja toisinaan mielivaltaisen pieni ero alkutilanteessa määrää, mitä attraktoria kohti systeemi lähtee etenemään. Kuvitellaan esimerkiksi lähelle pyramidin huippua putoava vesipisara. Kaikki samalle pyramidin sivulle pudonneet pisarat valuvat sivua alas samaan suuntaan, mutta pyramidin särmälle tai kärkeen pudonneella pisaralla mielivaltaisen pieni ero putoamiskohdassa määrää, mitä sivua pitkin se valuu.¹⁸⁹ Systeemi voi myös jäädä heilahtelemaan kahden tai useamman attraktorin välillä. Tietyillä alkuehdoilla systeemi saattaa puolestaan alkaa käyttäytyä ainakin näennäisen satunnaisesti ja ennustamattomasti ja sen sanotaan ajautuvan kaaokseen.¹⁹⁰

¹⁸⁷ Gribbin 2005, 81–84.

¹⁸⁸ Gribbin 2005, 84.

¹⁸⁹ Gribbin 2005, 41–43, 71–78.

¹⁹⁰ Koskinen & Vainio 2010, 175.

Kaaosteoria on fysiikan sivuhaara, joka tutkii tällaisia alkuehdoille herkkiä prosesseja. Ne ovat periaatteessa täysin deterministisiä, mutta niiden täsmällistä etenemistä on käytännössä mahdotonta ennustaa.¹⁹¹ Lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä voi olla useita, ja teoria pyrkii selvittämään, minkälaisilla parametrien arvoilla prosessilla on olemassa attraktori ja milloin se taas ajautuu epävakaaseen tilaan: heilahtelemaan eri tilojen välillä tai kaaokseen. Eräs esimerkki tällaisesta on logistinen yhtälö, jota voidaan käytännössä yrittää soveltaa esimerkiksi hyönteispopulaation koon muutosten mallintamiseen. Seuraavan sukupolven kokoon vaikuttaa aina edellisen sukupolven koko ja syntyvien jälkeläisten määrä aikuista yksilöä kohti, sekä ravinnon määrä. Lisäksi elinympäristö asettaa populaatiolle tietyn maksimikoon, jota se ei voi ylittää. Jos hyönteisiä on vähän, ravintoa riittää kaikille ja suurin osa selviää lisääntymisikään. Jos populaation koko taas on lähellä maksimiaan, ruokaa on vähän ja suuri osa yksilöistä kuolee ennen kuin ehtii lisääntyä. Sovitaan, että x_n on n :nnen sukupolven koko murto-osana maksimikoosta. x_n on siis luku nollan ja yhden väliltä: esimerkiksi jos populaation koko on puolet maksimikoosta, $x_n = 0,5$, jos se on 80 % maksimikoosta, $x_n = 0,8$. Merkitään syntyvien jälkeläisten määrää yksilöä kohti B :llä. Populaation seuraavan sukupolven ($n + 1$) kokoa voisi yrittää ennakoida yhtälöllä $x_{n+1} = (1-x_n)B x_n$. Tietokonesimulaatiolla on mahdollista selvittää, millä syntyvyyden arvoilla populaation koko pysyy vakaana (attraktori), milloin se taas heilahtelee kahden tai useamman attraktorin välillä tai käyttäytyy kaoottisesti, jolloin attraktoreja on ääretön määrä. Tällaisten yksinkertaisten mallien soveltaminen todelliseen populaatioon on luonnollisesti hyvin vaikeaa.¹⁹²

Matemaattisesti voidaan osoittaa, että jos B on yhden ja kolmen välillä, populaation koolla on attraktori. Lähtötilanteesta riippumatta se riittävän monen sukupolven jälkeen asettuu kokoon, joka on hieman tarkasta B :n arvosta riippuen noin kaksi kolmasosaa maksimista. Kun B on hieman suurempi kuin kolme, populaation koko alkaa heilahdella sukupolvesta toiseen kahden koon välillä. Jos B on 3,4495, attraktoreja on neljä, ja kun B on 3,56, attraktoreja on jo kahdeksan. Jos B :tä kasvatetaan, attraktorien määrä kasvaa, kunnes B :n arvolla 3,56999 systeemi alkaa käyttäytyä kaoottisesti. Tällöin attraktoreja ikään kuin on ääretön määrä ja populaation koko vaihtelee sukupolvesta toiseen ennakoimattomasti.¹⁹³

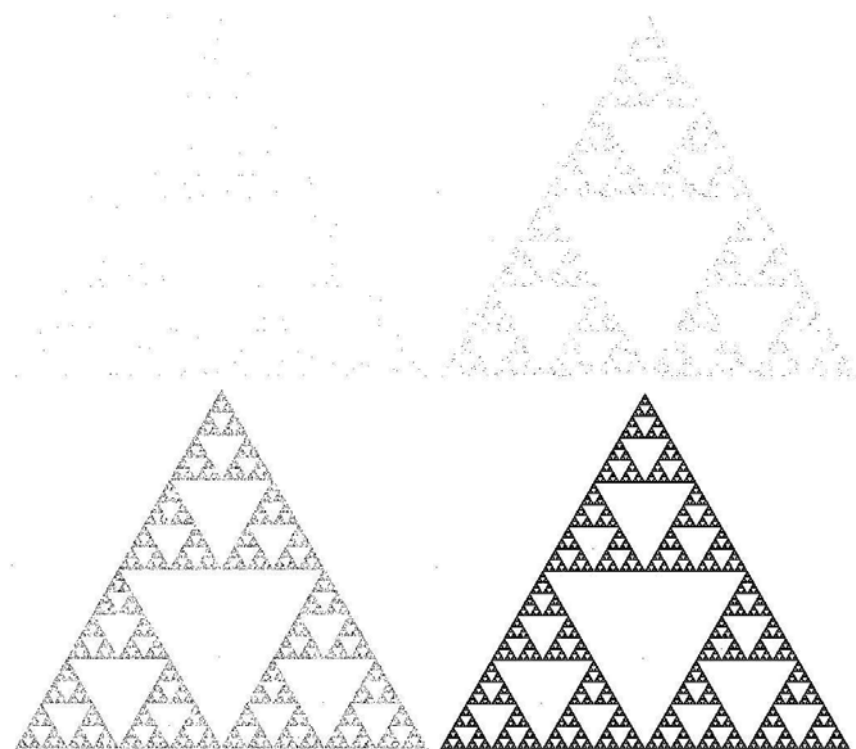
¹⁹¹ Koskinen & Vainio 2010, 171–172.

¹⁹² Gribbin 2005, 86–97.

¹⁹³ Gribbin 2005, 90–92; Koskinen & Vainio 2010, 187–189.

Näennäisen satunnaiset prosessit voivat kuitenkin tuottaa yllättävää järjestystä. Kaottisesti käyttäytyvä systeemi saattaa tuottaa mielenkiintoisia kompleksisia rakenteita, joita kutsutaan *fraktaaleiksi* tai *oudoiksi attraktoreiksi*. Yksi fraktaalien keskeinen ominaisuus on *itsesimilaarisuus*. Sama säännöllinen rakenne toistuu sisäkkäin yhä uudelleen ja uudelleen. Jos fraktaalista leikataan pala, sen rakenne näyttää täsmälleen samalta riippumatta palan koosta.¹⁹⁴ Eräs esimerkki fraktaalista ja satunnaisuuden tuottamasta järjestyksestä on Sierpinskiin kolmio, jonka idea on nähtävissä kuvassa 1 oikealla alhaalla olevassa kolmiossa. Se ei varsinaisen aiheen kannalta ole paras mahdollinen esimerkki, mutta se on yksinkertainen esittää ja periaate on helppo ymmärtää.

Sierpinskiin kolmion voi tehdä piirtämällä ensin suuren kolmion, jonka jokaisen sivun jakaa kahtia ja yhdistää jakopisteet, niin että ison kolmion kärkiin syntyy kolme pienempää kolmiota, joille menettely taas toistetaan, periaatteessa loputtomiin.



Kuva 1: Sierpinskiin kolmion hahmottuminen sadan, tuhannen, kymmenentuhannen ja miljoonan askelen jälkeen.

On kuitenkin olemassa toinenkin tapa lähestyä samaa lopputulosta. Piirretään ensin vain suuren kolmion kärkipisteet, olkoot ne A, B ja C. Lisäksi valitaan mielivaltaisesti aloituspiste. Sitten valitaan esimerkiksi noppaa heittämällä satunnaisesti yksi pisteistä A, B ja C ja merkitään uusi piste aloituspisteen ja valitun pisteen puoliväliin. Heitetään jälleen noppaa, valitaan yksi pisteistä A, B ja C ja

¹⁹⁴ Koskinen & Vainio 2010, 178–179.

merkitään taas uusi piste tämän ja viimeksi piirretyn pisteen puoliväliin. Muutamien satojen nopan heittojen, mittausten ja pisteiden merkitsemisten jälkeen Sierpinskiin kolmio alkaa jo hahmottua. Menetelmä on luonnollisesti toivottoman hidas käsin, mutta yksinkertainen toteuttaa tietokoneella. Kuvan 1 kolmiot esittävät Sierpinskiin kolmion hahmottumista sadan, tuhannen, kymmentuhannen ja miljoonan askelen jälkeen.¹⁹⁵

Vaiheittainen prosessi, jonka jokaisella askelella heitetään noppaa, tuottaa yksittäisten askelien satunnaisuudesta huolimatta yksiulotteisista pisteistä säännömukaisen ja joka kerta samanlaisen tasokuvion. Kuviota ei nimittäin synny, ellei valintaa pisteiden A, B ja C välillä joka askelella tehdä aidon satunnaisesti esimerkiksi noppaa heittämällä. Periaatteessa kuvio on valmis vasta äärettömän askelmäärän ja siis äärettömän ajan jälkeen. Hieman monimutkaisemmalla algoritmilla syntyy esimerkiksi täysin saniaisen lehteä muistuttava kuvio. Myös elollisen olennon muotoutumista DNA:han koodatun informaation perusteella voisi verrata kaaospeliin. DNA ei oikeastaan sisällä varsinaisia rakennusohjeita, niin että yksilön ominaisuudet olisivat suoraan nähtävillä DNA-molekyylissä, vaan enemmän algoritmin, joka edetessään tuottaa yksilön.¹⁹⁶

Tietokoneiden kehitys ja niiden myötä kompleksisuuden tutkimus perustuu brittiläisen Alan Turingin saavutuksiin 1940- ja 1950-luvuilla. Turingin mainitsin jo edellisessä luvussa aivojen laskennallisen mallintamisen yhteydessä. Turing loi pohjan menetelmille, joilla ongelman ratkaiseminen tai systeemin kehittyminen voidaan puristaa algoritmiksi, äärelliseksi sarjaksi ohjeita, joita mekaanisesti seuraamalla päädytään lopputulokseen. Näinhän tietokone toimii. Myös edellä esitetty Sierpinskiin kolmion tuottava toistettava toiminto on algoritmi. Esimerkiksi luku π , joka on päättymätön desimaaliluku, voidaan kirjoittaa hyvin lyhyenä algoritmina. Yksinkertaista toimintoa iteroimalla päästään yhä tarkempaan ja tarkempaan likiarvoon.¹⁹⁷ Arkinen esimerkki pyrkimyksestä pakata konkreettinen fyysikaalinen systeemi algoritmeiksi on sään ennustaminen. Kun tämänhetkinen tilanne muualla maailmassa tiedetään, tuleva sää meillä voidaan ennustaa simuloimalla matalapaineiden kulkua ja muita säähän vaikuttavia tekijöitä. Algoritmin muodostavat sääilmiöiden kehityksen lainalaisuudet. Näiden ja kussakin pisteessä vallitsevien sääolojen perustella tietokone simuloi tilannetta askel askelelta eteenpäin. Edellinen askel on aina uusi lähtötilanne seuraavalle. Sääilmiöiden kehittyminen

¹⁹⁵ Gribbin 2005, 104–106.

¹⁹⁶ Gribbin 2005, 107–108.

¹⁹⁷ Gribbin 2005, 131–133.

ikään kuin suoritetaan nopeutettuna tietokoneella. Laskentatehon täytyy luonnollisesti olla niin hyvä, että tällä saavutetaan merkittävä etumatka sään todelliseen kehittymiseen nähden. Siksi ennusteiden tekeminen käsin ennen tietokoneiden aikaa oli toivotonta. Lisäksi prosessin herkkyys lähtöarvojen epätarkkuudelle tekee ennustamisesta toisinaan mahdotonta.¹⁹⁸

Tällainen on itse asiassa myös Belusovin-Žabotinskin reaktio, jossa Clayton näkee emergenssiä. Reaktion etenemistä ei olekaan mahdollista päätellä suoraan lähtöaineiden perusteella, vaan se edellyttää reaktion simulointia hetki hetkeltä. Se on myös äärimmäisen herkkä lähtötilanteelle. Toisaalta Alan Turing ennusti tämäntyyppisen reaktion mahdollisuuden vuosia ennen kuin koe suoritettiin käytännössä, simuloimalla reaktion likimääräisesti vaihe vaiheelta matemaattisesti, ilman tietokoneen apua. Ironista on, että kokeen ensimmäisenä suorittanut Belusov ei ollut tietoinen Turingin matemaattisista saavutuksista eikä ymmärtänyt havaintojensa teoreettista perustaa. Hän joutui sen vuoksi Neuvostoliitossa tiedeyhteisön nöyryyttämäksi yrittäessään julkaista kokeen tulokset, koska tulosten katsottiin olevan ristiriidassa sen aikaisen *entropiaa* koskevan tietämyksen kanssa.¹⁹⁹

Kun tarkastellaan kompleksisuuden lisääntymistä maailmassa, juuri entropian käsite on keskeinen. Entropia tarkoittaa kansanomaisesti sanottuna epäjärjestyksen lisääntymistä. Ajatellaan esimerkiksi irrotettavalla väliseinällä varustettua laatikkoa. Väliseinän eri puolille johdetaan eri kaasua. Kun väliseinä poistetaan, kaasut sekoittuvat. Ennen väliseinän poistoa kaasut olivat järjestäytyneemmässä tilassa kuin sen jälkeen. Sekoittumisessa epäjärjestys kasvaa ja entropia lisääntyy. Systemi pyrkii niin sanotusti termodynaamiseen tasapainoon. Termodynamiikan teorioiden mukaan entropia maailmankaikkeudessa kokonaisuutena jatkuvasti lisääntyy. Esimerkiksi lämpötilaerot pyrkivät tasaantumaa. Suunta on kohti aineen ja energian tasaista jakautumista yhä laajenevassa maailmankaikkeudessa.²⁰⁰

Systemi, jonka läpi virtaa energiaa, voi kuitenkin olla termodynaamisesti epätasapainossa, niin että sen entropia paikallisesti vähenee. Esimerkiksi Maahan tulee jatkuvasti Auringosta energiaa, jonka Maa säteilee takaisin avaruuteen. Elämän kehittyminen tarkoittaa aineen järjestyksen lisääntymistä ja entropian vähenemistä.²⁰¹ Esimerkiksi jo ilmakehän hapen olemassaolo on elämän aikaansaamaa ja edellyttää entropian vähenemistä. Ilman elämää ei olisi happea, ja jos elämä

¹⁹⁸ Gribbin 2005, 66–73.

¹⁹⁹ Gribbin 2005, 139–140.

²⁰⁰ Gribbin 2005, 38–44.

²⁰¹ Gribbin 2005, 223–224.

maapallolla loppuisi, reaktiivinen happi muodostaisi vähitellen yhdisteitä muun muassa typen ja hiilen kanssa ja häviäisi meriin ja maaperään.²⁰² Myös Belusovin-Žabotinskin reaktiossa keskeistä on juuri entropian väheneminen. Kun reaktioastiaan syötetään lisää aineita, systeemin läpi virtaa energiaa, mikä mahdollistaa entropian vähenemisen eli järjestyksen lisääntymisen ja erilaisten aineiden erottumisen ja kerääntymisen tiettyihin paikkoihin astiassa.²⁰³ Elämän syntyyn ja kompleksisuuden kasvuun liittyy siis entropian väheneminen, jota elämä itse ylläpitää. Jos maailmassa on emergenssiä Philip Claytonin esittämässä muodossa, sen täytyy liittyä jollain tavoin entropian vähenemiseen.

Emergenssin kannalta huomionarvoista Alan Turingin työssä on vielä, että hän osoitti, ettei kaikkien systeemien toimintaa ole mahdollista pakata algoritmisesti. Jo tämän luvun alussa oli esillä, että koska lähtötilannetta ei voida absoluuttisen tarkasti ilmaista äärellisellä tietomäärällä, systeemin kehitystä on mahdotonta ennustaa. Se on silloin itse itsensä nopein simulaattori. Tämän lisäksi ennustamiselle voi siis olla myös matemaattinen, ongelman algoritmiseen ratkeavuuteen liittyvä periaatteellinen este.²⁰⁴ Prosessin etenemistä voisi verrata suunnistajaan, joka aina rastille päästyään saa sieltä seuraavan rastin koordinaatit. Jokainen rasti määrää yksikäsitteisesti seuraavan etapin, mutta suunnistaja ei voi hahmottaa koko reittiä, radan pituutta tai maalin sijaintia etukäteen. Ainoa keino selvittää ne on kiertää koko reitti rasti rasilta. Lisäksi äärettömän pienet epätarkkuudet rastin sijainnin määrittelyssä johtavat täysin erilaisiin ratoihin. Tämä koskee erityisesti maailmankaikkeutta kokonaisuutena.

Maailmankaikkeudessa on ajan kuluessa syntynyt ja syntyy edelleen yhä kompleksisempia rakenteita. Tämä on yksi maailmankaikkeuden ominaisuus. Tätä kompleksisuuden kasvua on ainakin jossain laajuudessa mahdollista matemaattisesti mallintaa. Systeemissä, jonka läpi virtaa energiaa, kuten maapallolla, entropia voi paikallisesti vähentyä, mikä merkitsee järjestyksen kasvua. Elämä on kehittynyt tästä järjestyksen kasvusta ja pitää järjestystä yllä. Prosessit, joissa yhä kompleksisempia rakenteita syntyy, ovat deterministisiä siinä mielessä, että seuraava askel aina seuraa edellisestä fysiikan lakien mukaisesti. Lopputulosta on kuitenkin toisinaan periaatteessakin mahdotonta ennustaa yksinkertaisempien rakenteiden perusteella. Tässä mielessä emergenssiä ainakin sen heikossa muodossa esiintyy.

²⁰² Gribbin 2005, 226.

²⁰³ Gribbin 2005, 137–144.

²⁰⁴ Gribbin 2005, 133.

Claytonin kahdeksasta emergenssiä luonnehtivasta tekijästä, jotka mainitsin toisen luvun lopussa, ainakin neljä ensimmäistä on löydettävissä edellä kuvatun kaltaisista prosesseista. Viidennen tekijän kohta e) (reduktion mahdottomuus) sen sijaan on tulkinnanvarainen. Jos prosessi etenee deterministisesti askel askelelta, tarkoittaako se reduktiota alemmalle tasolle? Onko Sierpinskiin kolmio tai saniaisen lehden muodon syntyminen luonnossa redusoitu alemmalle tasolle, kun osoitetaan että kyseinen muoto voidaan tuottaa sopivalla satunnaisen elementin sisältävällä algoritmilla tietokoneen näytölle? Näihin kysymyksiin myös Gregersen on kiinnittänyt huomiota, ja toteaa muun muassa, ettei lehden muodon näytölle tuotava algoritmi kerro mitään fysikaalisista, geneettisistä tai morfologisista tekijöistä, jotka saavat lehden keväällä kasvamaan. Gregersenin mielestä tällaisten algoritmien olemassaolo ei ainakaan sulje pois vahvan emergenssin mahdollisuutta.²⁰⁵

Kompleksisuuden tutkimus on tiettyssä mielessä vahvistanut heikon emergenssin esiintymisen. Maailmassa tapahtuu ilmiöitä, jotka periaatteessakaan eivät ole tieteen keinoin ennustettavissa. Tätä mieltä on myös Gregersen.²⁰⁶ Koko Claytonin argumentaatio tähtää kuitenkin vahvan emergenssin ja alaspäin - kausaalisuuden perustelemiseen. Siihen liittyvät myös viimeiset kolme hänen kahdeksasta emergenssiä luonnehtivasta tekijästään. Jos vastausta haetaan matematiikasta ja tietokonesimulaatioista, pitäisi kai kysyä, onko mahdollista laatia ohjelma, joka alkaa elää omaa elämäänsä. Ohjelma synnyttäisi epädeterminististen prosessien kautta uusia ominaisuuksia, joilla on kausaalista vaikutusta sen osasiin niin että ne edelleen kehittävät ohjelmaa monimutkaisemmaksi. Jotain tämän tyyppistä sisältävät hurjimmat spekulatiot tietoverkkojen kehityksestä. Tämän hetkisestä ohjelmistojen ja algoritmien tutkimuksesta ei kuitenkaan löydy vahvistusta vahvalle emergenssille.

Valitettavasti Clayton ei ilmeisesti juurikaan tunne kaaosteorian ja kompleksisuuden tutkimuksen matemaattisia perusteita. Niistä ilmiöistä, joita hän mainitsee ehdokkaiksi emergenssistä luonnontieteissä, suurin osa kuuluu jollain tavoin myös näiden tutkimusalueeseen. Esimerkiksi Claytonin mainitsemat keinotekoiset systeemit ovat nimenomaan tämän tutkimuksen ydintä. Belusovin-Žabotinskiin reaktiosta oli edellä jo puhetta. Tämän vuoksi hänen esityksensä emergenssistä luonnontieteissä jää jossain määrin pinnalliseksi. Pelkästään tässä luvussa olevan kaaosteoriaa ja kompleksisuutta koskevan tarkastelun pohjalta

²⁰⁵ Gregersen 2006, 772.

²⁰⁶ Gregersen 2006, 775.

uskaltaisin väittää, että Claytonin mainitsemista esimerkeistä ainakin spontaani järjestyksen syntyminen (lumihitaleet), keinotekoiset systeemit, Belusovin-Žabotinskin reaktio ja autokatalyyttiset ja itseorganisoituvat prosessit ovat esimerkkejä vain heikosta emergenssistä. Ne ovat prosesseja, joiden etenemisen ennakoiminen saattaa olla mahdotonta. Kyse on kuitenkin vain tiedollisesta esteestä. Vahvan emergenssin kannalta keskeistä alaspäin -kausaalisuutta ne eivät pysty osoittamaan. Näiden esimerkkien heikkoudet eivät luonnollisestikaan osoita, että vahvaa emergenssiä ei voisi esiintyä jossain toisaalla.

Kvanttifysiikka ja epätarkkuusperiaate

Viime vuosisadalla syntyi kaksi modernin fysiikan kulmakiveä, suhteellisuusteoria ja kvanttifysiikka. Ne ovat jossain määrin kiinnostavia myös emergenssiteorian näkökulmasta ennen kaikkea siksi, että ne ovat kyseenalaistaneet klassisen fysiikan taustalla olevat metafysiset oletukset todellisuuden luonteesta ja havainnoijan roolista. Kvanttifysiikkaan liittyy myös vahvan emergenssin kannalta keskeinen epädeterministisyys. Seuraavaksi pyrin historian ja esimerkkien kautta esittelemään kvanttifysiikkaa niin, että sen tulkintaan liittyvä filosofinen ongelmakenttä avautuisi, ja arvioimaan sitten emergenssiteoriaa näiden filosofisten näkökohtien valossa.

Vuonna 1803 Thomas Young teki kokeen, joka todisti valon aaltoluonteen.²⁰⁷ Fysiikassa aallolla tarkoitetaan ilmiötä, jonka muuttumista ajan ja paikan suhteen voidaan kuvata matemaattisella lausekkeella, joka toteuttaa niin sanotun aaltoyhtälön.²⁰⁸ Tuttuja esimerkkejä ovat vedenpinnan korkeuden vaihtelut aallokossa tai kitaran kielen värähtelyt. Kokeellisesti jonkin ilmiön aaltoluonne voidaan osoittaa *diffraktion ja interferenssin* perusteella. Diffraktio tarkoittaa, että kuljettuaan kapean (leveydeltään aallonpituuden suuruusluokkaa olevan) raon läpi aalto leviää puoliympyrän muotoiseksi rintamaksi. Esimerkiksi vedessä etenevä aaltorintama levittäytyy puoliympyrän muotoon kuljettuaan patovallissa olevasta silta-aukosta. Interferenssi taas kuvaa kahden toisensa kohtaavan aallon käyttäytymistä. Kun kaksi aaltoa kohtaa toisensa, ne vahvistavat toisiaan silloin kun aallon harjat sattuvat kohdakkain, ja kumoavat toisensa kun toisen harja ja toisen pohja osuvat yhteen. Jos nyt tarkastellaan kahden lähellä toisiaan olevan raon läpi kulkenutta aaltoa, ne ensin diffraktoituvat, ja sen jälkeen levinneet rintamat kohtaavat toisensa. Tällöin syntyy kaistoja, joilla aallon harjat osuvat kohdakkain ja

²⁰⁷ von Baeyer 1993, 66.

²⁰⁸ Benson 1991, 330.

vahvistavat toisiaan, ja toisaalta kaistoja, joissa harja ja pohja osuvat kohdakkain ja sammuttavat toisiaan.

Thomas Youngin mukaan nimetyssä kaksoisrakokokeessa valo ohjataan kahden vierekkäisen neulan paksuisen reiän kautta pimeän tilan läpi varjostimelle. Varjostimelle syntyy interferenssikuvio, jossa valoisat juovat ja pimeät kohdat vuorottelevat. Valoisissa kohdissa eri rei'istä tulevan valon aallonharjat osuvat kohdakkain ja vahvistavat toisiaan, pimeissä kohdissa taas eri rei'istä tulevat valonsäteet sammuttavat toisensa. Interferenssikuvio osoittaa valon aaltoluonteen.²⁰⁹

Muun muassa Newton oli arvellut valon olevan jonkinlaisia hiukkasia, ja 1900-luvun alussa Planckin ja Einsteinin tutkimukset osoittivat sekä Youngin että Newtonin olleen osaltaan oikeassa. Valo on myös hiukkasia, joista jokainen on eräänlainen aaltopaketti. Valohiukkasta kutsutaan fotoniksi.²¹⁰ Alettiin puhua valon *aaltohiukkasdualismista*. Se ei kuitenkaan rajoitu vain valoon. Vuonna 1924 Louis de Broglie esitti väitöskirjassaan teorian, että fotonien lisäksi kaikilla muillakin alkeishiukkasilla ja lopulta kaikilla aineellisilla kappaleilla on myös aaltoluonne. Erityisesti elektronin aaltoluonne tarjosi uudenlaisen ratkaisun atomin rakenteen ongelmiin.²¹¹ Elektronin aaltoluonne todistettiin onnekkaan sattuman kautta jo seuraavana vuonna,²¹² ja 1991 kaksoisrakokoe suoritettiin ensimmäisen kerran myös kokonaisilla atomeilla.²¹³

Mitä aalto-hiukkasdualismi sitten esimerkiksi kaksoisrakokokeessa merkitsee? Jos valoa, elektroneita ja atomeita ajatellaan aallon sijaan *hiukkasina*, joilla mielikuvamme mukaan on jokaisella ajan hetkellä tietty sijainti, se tarkoittaa, että ne raon läpi kuljettuaan osaisivat suosia tiettyjä (valoisia) alueita varjostimella ja välttää toisia (pimeitä) alueita. Aallon harjat ja pohjat voivat sammuttaa tai vahvistaa toisiaan, mutta yhteen osuneet hiukkaset vain vahvistaa. Vielä mielenkiintoisemmaksi koe käy, kun se suoritetaan atomeilla siten, että vain yksi atomi kerrallaan päästetään kohti kaksoisrakoa. Varjostimelle kertyvillä atomeilla ei ole mitään mahdollisuutta olla vuorovaikutuksessa matkalla. Silti ne välttävät tiettyjä alueita varjostimella ja suosivat toisia. Jos toinen rako peitetään ja atomeita päästetään vuorotellen kummastakin raosta, interferenssikuvio häviää ja varjostimelle syntyy atomeista yhtenäinen läiskä.²¹⁴ Lisäksi kaikenlaiset keinot selvittää, kum-

²⁰⁹ von Baeyer 1993, 66.

²¹⁰ von Baeyer 1993, 46–49.

²¹¹ von Baeyer 1993, 52–53.

²¹² von Baeyer 1993, 55–56.

²¹³ von Baeyer 1993, 177.

²¹⁴ von Baeyer 1993, 176–178.

man raon kautta mikäkin atomi on kulkenut, tuhoavat interferenssikuvion. Niin kutsutun Kööpenhaminan tulkinnan mukaan fotoni, elektroni tai atomi on aalto kulkiessaan kaksoisraon läpi, ja voi vedessä etenevän aaltorintaman tavoin kulkea kahden aukon läpi yhtä aikaa ja interferoida itsensä kanssa. Kun se havaitaan eli sen sijainti *mitataan*, sen käyttäytyminen kuitenkin vastaa mielikuvaamme hiukkasesta. Jos käytössä on vain yksi rako, atomin sijainti tulee mitatuksi sen kulkies- sa raon läpi. Siksi sen havaitseminen, kumman raon kautta atomi on kulkenut, tuhoaa interferenssikuvion.²¹⁵

Kööpenhaminan tulkinnan ongelma on juuri *mittauksen* käsite. Se ei kuulu fysiikan teorioiden käsitteistöön, vaan siihen välineistöön, jolla tutkimusta tehdään. Siksi sillä ei pitäisi olla vaikutusta tutkimuskohteeseensa. Ylipäätään mittaus on liian epämääräinen käsite. Selvää on toistaiseksi vain se, että kun etukäteen on tieto, minkä raon kautta mikäkin atomi tulee kulkemaan, varjostimella ei enää ole interferenssikuviota vaan yhtenäinen läiskä. Voidaan toki ajatella, että molempiin rakoihin sijoitetaan ilmaisim, joka selvittää atomin reitin juuri sillä hetkellä kun se kulkee raon kautta. Pitkään vaikutti siltä, että tämän tekee mahdottomaksi Heisenbergin epätarkkuusperiaate, joka sanoo, ettei hiukkasen sijaintia ja liikemäärää voida yhtä aikaa määrittää tarkasti.

Epätarkkuusperiaatteen on usein tulkittu johtuvan vain käytännön mittausteknisistä rajoitteista. Sijainnin mittaamiseksi hiukkaseen on kohdistettava säteilyä. Mitä tarkempi tulos halutaan, sitä lyhytaaltoisempaa ja energettisempää säteilyä on oltava, ja sitä enemmän se vaikuttaa hiukkasen liikemäärään. Kyse on kuitenkin kvanttimekaniikan formalismiin sisältyvästä periaatteellisesta rajoituksesta: kaikki havainnoitavat asiat eivät ole yhteensopivia. Sijainnin mahdollisten arvojen supistaminen aiheuttaa teorian yhtälöissä automaattisesti mahdollisten liikemäärien lisääntymisen.²¹⁶ Päteviä koejärjestelyjä epätarkkuusperiaatteen kiertämiseksi kaksoisrakokokeessa on kuitenkin jo ehdotettu ja toteutettukin.²¹⁷ Ne voivat ehkä antaa lisävaloa kvanttifysiikan filosofiseen tulkintaan.

Kvanttifysiikka on luonnollisesti paljon muutakin kuin kaksoisrakokokeita. Se on teoria, matemaattinen malli, joka ennustaa alkeishiukkasten joukossa tehtävien mittausten tulosten tilastollisen jakauman. Mittaajan näkökulmasta aaltofunk-

²¹⁵ von Baeyer 1993, 205.

²¹⁶ Kallio-Tamminen 2006, 123.

²¹⁷ van Baeyer 1993, 114–117; Walborn, Terra Cunha, Pádua & Monken 2002.

tion voi ajatella olevan eräänlainen todennäköisyysaalto, jota hiukkanen kantaa ja joka määrää todennäköisyyden sen sijainnille, liikemäärälle ja muille mitattaville suureille tietyllä ajan hetkellä. Todennäköisyys löytää se tietystä avaruuden pisteestä on tiedossa, mutta todennäköisyysjakauma realisoituu vain suuressa hiukkasjoukossa, eikä kaikkia mitattavia asioita ole mahdollista määrittää tarkasti yhtä aikaa. Yksittäisen hiukkasen kohdalla myös hyvin epätodennäköiset vaihtoehdot voivat toteutua.²¹⁸ Teorian pohjalla olevaa Schrödingerin aaltoyhtälöä ei voi johdattaa muista fysiikan teorioista, mutta kokeelliset mittaukset ovat vahvistaneet sen antamat todennäköisyysjakaumat. Tämän enempää aaltofunktioiden luonteesta ei oikeastaan voi fysiikan puitteissa sanoa. Avoimeksi jää, mikä on aaltofunktion metafyyminen luonne. Ovatko aallot jotain reaalisesti olemassa olevaa, joka pohjimmitaan määrittää todellisuutta, vai pitäisikö ne ennemmin ymmärtää instrumentaalisesti matemaattisena konstruktiona, jolla on vain epistemologista merkitystä?²¹⁹

Kvanttifysiikassa on myös niin sanotusti ei-lokaalisia ja holistisia piirteitä, jotka haastavat intuitiivisen käsityksemme todellisuudesta. Tietynlaiset alkeishiukkaset voivat olla niin sanotusti *lomittuneessa tilassa*. Tällainen tila syntyy esimerkiksi, kun sopiva hiukkanen hajoaa kahdeksi, ja syntyneet puoliskot lähtevät päinvastaisiin suuntiin. Välimatkasta huolimatta hiukkasten tilat ovat edelleen riippuvaisia toisistaan. Niin kauan kuin niitä ei mittauksilla häiritä, aaltofunktio antaa molempien hiukkasten mahdollisten tilojen todennäköisyydet. Kun sitten toisen hiukkasen tila mitataan, myös toisen tila määräytyy samalla hetkellä yksikäsitteisesti, olivatpa ne miten kaukana toisistaan tahansa. Toiseen hiukkaseen kohdistuvalla mittauksella on siis välitön seuraus myös toisen hiukkasen tilaan. Lomittuneessa tilassa olevien hiukkasten käyttäytymistä voi kutsua ei-lokaaliseksi ja holistiseksi, koska vuorovaikutus yhden hiukkasen kanssa tietyssä paikassa vaikuttaa molempiin, riippumatta toisen sijainnista.²²⁰

Kvanttifysiikan kehittäjistä varsinkin Niels Bohr pohti myös sen laajempia filosofisia seurauksia. Hän korosti erityisesti kokemuksemme sidonnaisuutta kielen ja käsitejärjestelmään. Käsitteistö, jonka kautta hahmotamme ympäröivää maailmaa, on muotoutunut suoraan havaittavien, näkyvien, kuuluvien ja tuntuvien kohteiden käsittelyyn. Kun tällä samalla käsitteistöllä yritetään hahmottaa kvanttimaailmaa, joudutaan samasta kohteesta käyttämään sellaisia näennäisesti ristirii-

²¹⁸ Kallio-Tamminen 2006, 100–105.

²¹⁹ Kallio-Tamminen 2006, 137.

²²⁰ Kallio-Tamminen 2006, 126.

taisia käsitteitä kuin esimerkiksi hiukkanen ja aalto.²²¹ *Komplementaarisuus* on keskeinen käsite Bohrin ajattelussa. Se tarkoittaa, että tietyt kielestämme ja kokemusmaailmastamme nousevat käsitteet ovat tiettyihin koetilanteisiin täysin sopivia, mutta samalla toisensa poissulkevia. Kvanttimekaanista objektia on tiettyssä tilanteessa mielekästä käsitellä hiukkasena, toisessa aaltona, mutta se ei voi olla molempia yhtä aikaa. Teoria ei salli molempien aspektien määrittämistä samanaikaisesti.²²²

Epätarkkuusperiaatteen luoja Werner Heisenberg korostaa myös kokemusiemme ja ajattelumme sidonnaisuutta klassisen fysiikan käsitteisiin. Ne ovat täsmennettyjä arkipäivän käsitteitä, ja niiden varaan rakentuu olennainen osa luonnontieteellisestä kielenkäytöstä. Ihmisinä emme voi välttää klassisen fysiikan käsitteitä – mielikuviamme ajasta, avaruudesta, hiukkasista ja aalloista – kun kuvaillemme tapahtumia. Niiden käytössä luonnon kuvailuun on kuitenkin reunaehtoja ja rajoituksia, eivätkä ne sovellu siihen täsmällisesti.²²³ Emme esimerkiksi voi vapautua mielikuvasta, että fyysisellä kohteella on tietty absoluuttinen sijainti ja nopeus avaruudessa. Epätarkkuusperiaatteen mukaan toisen mittaaminen tarkemmin tekee kuitenkin toisesta vääjäämättä epämääräisemmän, eikä kumpaakaan voida koskaan mitata rajattoman tarkasti. Tämän vuoksi on mahdotonta puhua hiukkasen radasta. Klassisin käsittein ilmaistuna hiukkanen on oikeastaan olemassa vain erillisillä mittauksen hetkillä.²²⁴ Myös mittavälineen asema on ajateltava uudelleen. Klassisessa fysiikassa ajatellaan, että mitattava kohde, mittaväline ja mittaaja ovat toisiinsa nähden täysin riippumattomia. Mittavälineellä voi kuitenkin olla merkitystä vain, jos se on vuorovaikutuksessa sekä kohteen että mittaajan kanssa, ja toisaalta mittaaja ei oikeastaan havainnoi luontoa suoraan, vaan sellaisena kuin se ilmenee hänelle mittalaitteen välityksellä. Voimme esittää kysymyksiä luonnolle ja tulkita vastauksia vain omalla kielellämme, mutta luonto ei välttämättä taivu täsmällisesti tuolla kielellä kuvailtavaksi.²²⁵

Mittaustapahtumassa kohde, mittalaite, mittauksen suorittava subjekti ja lopulta koko todellisuus ovat kompleksisella tavalla vuorovaikutuksessa keskenään. Mittauksen filosofisen tulkinnan ratkaiseva kysymys on, mikä on se rajapinta, jossa ”aalto” muuttuu ”hiukkaseksi”. Tapahtuuko se esimerkiksi kaksoisrakoko-
keessa, kun tutkimukseen osallistuva elektroni kulkee rakojen läpi, kun se osuu

²²¹ Kallio-Tamminen 2006, 148–149.

²²² Kallio-Tamminen 2006, 125.

²²³ Heisenberg 1958, 64–65.

²²⁴ Heisenberg 1958, 54–57.

²²⁵ Heisenberg 1958, 66–67.

varjostimelle, kun herkkä mittalaite rekisteröi elektronin jättämän jäljen ja muuttaa sijaintitiedon ihmissilmälle havaittavaan muotoon, vai vasta kun elektronin osumapaikkaa varjostimella kuvaava piste siirtyy näköaistimuksen ja aivojen kautta ihmisen tietoisuuteen? Viimeiseksi mainittukin vaihtoehto on otettava vakavasti, jos ajatellaan, että tietoisuudella voisi olla jotain tekemistä kvanttilmiöiden kanssa.²²⁶ Havainnon väistämätön vaikutus kohteeseensa asettaa kausaalisuuden ja determinismin käsitteet uuteen valoon. Ainakin Bohrin mukaan ”kausaalisuus voi pyrkiä vain niiden ilmiöiden synteisiin, jotka ovat kuvailtavissa havainnoista riippumattomien objektien käytöksenä”.²²⁷

Heisenbergin kirjaan *Fysiikka ja filosofia* johdannon kirjoittanut F. S. C. Northrop on kiinnittänyt huomiota kausaalisuuden ja deterministisyyden käsitteiden epämääräiseen käyttöön. Hän huomauttaa, että sanaa kausaalinen käytetään fysiikassakin heikommassa ja vahvemmassa merkityksessä. Tieteessä kausaalisuudella tarkoitetaan yleensä, että kun systeemin tila jollakin ajan hetkellä tunnetaan, sen tila myöhemmillä ajanhetkillä voidaan johtaa tästä. Systeemin tilan kullakin ajanhetkellä määrittävät sen jossakin aksiomaattisessa matemaattisessa järjestelmässä määritellyn tilafunktion toisistaan riippumattomien muuttujien arvot. Esimerkiksi tietyssä koordinaatistossa liikkuvan kappaleen tilafunktion vapaat muuttujat ovat kolme sijaintikoordinaattia ja kolme nopeuden suunnan ja suuruuden määräävää koordinaattia. Jos systeemin käyttäytyminen on kausaalista, on olemassa aikayhtälö, jonka perusteella tilafunktion muuttujien arvot voidaan laskea millä tahansa muulla ajanhetkellä, kun ne yhdellä ajanhetkellä tunnetaan.²²⁸ Näinhän esimerkiksi Newtonin mekaniikka toimii, lukuun ottamatta luvun alussa mainittuja, esimerkiksi kolmen kappaleen ongelmaan liittyviä matemaattisia ongelmia.

Tällainen kausaalisuuden määrittely jättää kuitenkin avoimeksi, millaisia systeemin tilaa kuvaavien vapaiden muuttujien tulee olla. Kvanttifysiikan tulkinnan kannalta keskeistä on, voiko todennäköisyyden käsitettä käyttää systeemin tilan määrittämisessä. Jos voidaan, kausaalisuus ymmärretään heikommassa merkityksessä ja kvanttifysiikka on kausaalista, sillä Schrödinger-yhtälö määrää yksikäsitteisesti aaltofunktion kehityksen ajassa eli tilastollisen todennäköisyyden

²²⁶ Kallio-Tamminen 2006, 178.

²²⁷ Kallio-Tamminen 2006, 159. Myös lainauksen käänös on Kallio-Tammisen kirjasta. Lainaus on Niels Bohrin artikkelista *The Causal Problem in Atomic Physics*, teoksessa *New Theories in Physics*. International Institute on International Co-operation on the League of Nations, Paris 1939.

²²⁸ Heisenberg 1958, 19–23.

hiukkasen löytymiselle kustakin avaruuden pisteestä. Todennäköisyysfunktio vain korvaa sijaintikoordinaatit hiukkasen tilan määrittelyssä, mutta todennäköisyysfunktion käyttäytyminen ajassa on determinististä. Jos todennäköisyyden käsitettä ei voida käyttää tilan määrittämisessä, kausaalisuus ymmärretään vahvemmassa merkityksessä. Kvanttifysiikka on silloin epäkausaalista, koska se ei ennusta hiukkasen havainnon tarkkaa sijaintia, ainoastaan todennäköisyysjakauman. Determinismi tarkoittaa luonnontieteissä Northropin mielestä kokolailla samaa kuin vahva kausaalisuus. Yksittäisen hiukkasen mahdollisten tilojen todennäköisyysjakauma siis kehittyy täysin deterministisesti ja ennustaa suuren havaintojoukon tilastollisen jakauman. Sen sijaan havainnot yksittäisen hiukkasen tilasta ovat vain heikosti kausaalisia, eli epädeterministisiä.²²⁹

Kvanttifysiikan ja kaaosteorian yhdistäminen voisi tarjota jonkinlaisen reitin tarkastella myös vahvaa emergenssiä. Makroskooppisissa kappaleissa kvanttilmiöt kumoavat toisensa, eikä yksittäisen hiukkasen epädeterministisellä käyttäytymisellä ole vaikutusta kokonaisuuteen. Jos prosessi kuitenkin on äärettömän herkkä lähtötilanteelle, yksittäisellä kvanttilmiölläkin voisi ehkä olla vaikutusta myös suoraan aisteilla havaittaviin ilmiöihin. Prosessin etenemisellä voisi siis olla aidosti vaihtoehtoja, eikä kyse olisi vain tiedollisesta ennustamattomuudesta. Tämän suuntaisia ajatuksia on esittänyt muun muassa John Polkinghorne, tosin varovaisesti ja myöntäen, ettei tietämyksemme kvanttilmiöistä ole riittävää johtopäätöksille.²³⁰

Oleellisempaa on kuitenkin huomata, että esimerkiksi Philip Claytonin emergenssiteoriassa näyttäisi olevan taustaoletuksena varsin klassinen käsitys tutkimuskohteen ja tutkijan suhteesta ja tiedon mahdollisuudesta. Objekttiivisen tiedon ja tutkimuskohteeseen vaikuttamattoman havainnoinnin mahdollisuutta ei juuri kyseenalaisteta. Kausaalisuus on jopa yksi teorian keskeisiä käsitteitä, mutta sanan tarkempi analysointi jää tekemättä. Emergentistit näyttäisivät olevan sitoutuneita hyvin realistiseen todellisuuskäsitykseen. Huolimatta metafysisestä pluralismistaan, jossa sekä ihmisen fyysisten että mentaalisten ominaisuuksien katsotaan syntyneen samasta ”aineksesta”, Clayton tuntuu kuitenkin ongelmitta sijoittavan ihmisen muuhun aineelliseen maailmaan nähden ulkopuoliseksi tarkkailijaksi. Jos hylkäämme dualismin ja katsomme ihmisen tietoisuuden olevan sidoksissa aineelliseen maailmaan, on nähdäkseni varsin selvää, että havaitsija ja ha-

²²⁹ Heisenberg 1958, 23–24.

²³⁰ Polkinghorne 1994, 25–26.

vainnon kohde ovat jollain tasolla fyysisesti sidoksissa toisiinsa. Subjektin ja objektin raja hämärtyy, riippumatta siitä, tarkastellaanko asiaa fysikalistisessa vai emergentissä viitekehyksessä. Havainnon ja havaitsijan pitäminen täysin irti toisistaan on mahdollista vain, kun havaitsija ymmärretään dualistisena sieluna, joka on olemassa aineellisesta todellisuudesta riippumatta. Muun muassa filosofi Thomas Nagel on kiinnittänyt erityisesti huomiota tosiasiaan, ettemme voi valita täysin objektiivista tarkkailijan näkökulmaa muuhun maailmaan nähden, koska olemme erottamaton osa tätä maailmaa.²³¹ Kvanttifysiikan havaintojen ja mittaus-ten tulkintaan liittyvät ongelmat ovat konkretisoineet tämän filosofisen kysymyksen luonnontieteessä.

Viimekädessä kaikki luonnontieteelliset teorit ovat yrityksiä kääntää todellisuus ihmisen kokemusmaailmaan, joka toimii ajassa ja kolmessa avaruudellisessa ulottuvuudessa. Viimeistään moderni fysiikka on osoittanut, että todellisuus pitää sisällään ilmiöitä jotka eivät taivu näihin rajoihin. Kaikki teorit ovat yrityksiä projisoida todellisuus mieleemme kapeaan muottiin. Tämä koskee myös emergenssiä.

Johtopäätöksiä

Tämän luvun huomioiden valossa vaikuttaisi siltä, että maailmankaikkeudessa esiintyy emergenssiä ainakin heikossa eli episteemisessä muodossaan. Matemaattisesti voidaan mallintaa systeemejä, joiden kehitystä on mahdotonta ennustaa muutoin kuin simuloimalla prosessia vaihe vaiheelta. Mielivaltaisen pienet erot alkutilanteessa voivat vaikuttaa ratkaisevasti systeemin kehitykseen, eikä alkutilannetta periaatteessakaan voida ilmaista äärettömän tarkasti. Kaikki systeemit eivät välttämättä ole lainkaan mallinnettavissa algoritmisesti. Oudot attraktorit ovat sellaisia kompleksisia rakenteita, joita ainakin tietyin varauksin voi pitää systeemin uusina ominaisuuksina. Systeemin kehityksen jokainen askel on kausaalinen seuraus edellisestä, mutta lopputulosta on mahdotonta ennustaa. Ominaisuuksien esiintulo ei myöskään välttämättä ole kausaalista siten kuin Carl Gillett kausaalisuuden ymmärtää. Se on välitöntä, se ei edellytä energian tai voiman välittymistä, eikä systeemin osasten tarvitse olla täysin erillisiä. Esimerkiksi Sierpinskiin kolmion muoto ei ole sen muodostavien pisteiden kausaalinen seuraus, vaan sen tuottaa niiden keskinäinen sijainti. Yksittäisellä pisteellä ei ole kausaalista vaikutusta kokonaisuuteen, vaan ainoastaan seuraavan pisteen sijaintiin, ulkoisen sa-

²³¹ Nagel 1986, 67–68.

tunnaisen elementin ohella. Kokonaisuus on lopulta sama riippumatta siitä, missä järjestyksessä pisteet määräytyvät. Keskinäisen riippuvuutensa vuoksi pisteet eivät ole täysin erillisiä. Yksikään piste ei kohdistu voimaa tai energiaa kokonaisuuteen. Tämä on mahdollista nähdä jonkinlaisena luonnontieteellisenä tukena Gillettin S-emergenssille.

Ylemmän tason ilmiöt eivät myöskään ole tyydyttävästi kuvailtavissa alemman tason käsittein. Vaikka kausaaliset vaikutukset tapahtuisivat alkeishiukkasten tasolla, kemiallisten, biologisten tai psykologisten ilmiöiden kuvaileminen edellyttää hiukkasfysiikkaan palautumattomien käsitteiden käyttöä. Toisaalta oma sisäinen kolmeen avaruudelliseen ulottuvuuteen ja absoluuttiseen aikaan sidottu käsitemaailmamme, josta emme voi vapautua, asettaa rajoitteita esimerkiksi kvanttifysiikan ymmärtämiselle. Tässä mielessä näkyvä todellisuus on emergentti kvanttimaailmaan nähden.

Claytonin ja O'Connorin kannattaman vahvan emergenssin osoittaminen edellyttäisi kuitenkin, että jollain kompleksisella rakenteella kokonaisuutena on ominaisuus, joka vaikuttaa sen osasiin mutta ei ole selitettävissä niiden yhteistoinnalla (alaspäin -kausalisuus). Lisäksi tämän ominaisuuden pitäisi olla jossain määrin itsenäinen fysikaaliseen perustaansa nähden siten, että samalle fysikaaliselle rakenteelle olisi voinut emergoitua myös jokin muu ominaisuus.

Osoittaa pitävästi, ettei vahvaa emergenssiä ole olemassa, vaatisi luonnontieteen reduktiivisen tavoitteen saattamista loppuun, täydellistä kaikenteoriaa, jossa kaikki korkeamman tason ilmiöt ovat johdettavissa alkeishiukkasten käyttäytymistä mallintavista yhtälöistä. Tällaista teoriaa ei toistaiseksi ole, ja ensimmäisessä luvussa esittämäni Kauffmanin huomiot matematiikan epätäydellisyydestä ja kahden alustan ongelmasta asettavat tavoitteen ainakin lievästi kyseenalaiseksi. Niin kauan kuin tyydyttävää kaikenteoriaa ei ole olemassa, vahvan emergenssin mahdollisuudelle jää aina tilaa. Mikään ei tällä hetkellä viittaa siihen, että tällainen teoria välttämättä olisi löydettävissä.

Kvanttifysiikka on osoittanut, että todellisuudessa on epädeterministisiä piirteitä. Mikä on yksittäisen alkeishiukkasen epädeterministisen käyttäytymisen suhde makroskooppiseen todellisuuteen, ja voiko sillä olla jotain tekemistä emergenssin kanssa, on vielä osittain selvittämättä. Kvanttifysiikka on myös osoittanut, ettei tutkimuksen subjektia ja objektia, mittaajaa ja mittauskohdetta, voi täysin erottaa toisistaan. Havainnoijinakin olemme osa tätä maailmaa ja väistämättä vuorovaikutuksessa mittauskohteen kanssa.

4. Transsendentti Claytonin emergenssiteoriassa

Clayton toteaa emergenssiteorian olevan lähtökohdiltaan naturalistinen. Se tarkoittaa, että teorian taustaoletuksena on kunkin tieteenalan kyky tuottaa omalla alueellaan parasta ja oikeutetuinta tietoa. Tämä on oikeastaan välttämätön oletus, jos tiede halutaan ottaa tosissaan. Tiede pohjautuu oletukselle, että kausaalisia vaikutuksia on mahdollista rekonstruoida, eikä kyseisen tieteenalan tutkimusalueelle jää ilmiöitä, jotka olisivat luonnollisen järjestyksen ulkopuolelle. Tämä oletus ei kuitenkaan ole metafyyssinen väite. Vaikka uskoisikin Newtonin lakien ennustavan oikein kappaleen kiihtyvyyttä tietyissä oloissa, voi silti hyvin uskoa myös, että tämän lakien mukaisen kiihtyvyyden aiheuttaa Jumalan toiminta. Edelleen on mahdollista uskoa, että Jumalalle on mahdollista ajoittain meidän tietämättämme rikkoa fysiikan lakeja.²³²

Emergenssiteorian naturalistisuus tarkoittaa siis myös, että jos emergenssiä maailmassa esiintyy, se on yksi maailmankaikkeuden sinänsä selittämättömistä mutta luonnollisista ominaisuuksista siinä missä kappaleiden välinen painovoima tai valon äärellinen nopeus. Emergenssiteoria ei tähän mennessä esitetyn perusteella vaadi taustalleen oletusta jonkin transsendentin vaikutuksesta.

Välttämättömän naturalistisen taustaoletuksen vuoksi dualismi on hyvin vaikeaa sovittaa yhteen luonnontieteen kanssa. Tuottaisihan ruumiin toiminnoista täysin riippumaton sielu maailmaan ilmiöitä, jotka lähtökohtaisesti olisivat luonnontieteellisen tutkimuksen ulottumattomissa. Siksi Clayton on tähän asti puhunut vain mentaalisisista ominaisuuksista, toiminnoista ja agenttikausaalisuudesta, ja varonut puhetta mielestä, sielusta tai agenteista. Ihmisen tietoisuus on kuitenkin jotain niin erilaista materiaaliseen maailmaan verrattuna, että tämä tie ei välttämättä johda tyydyttävään lopputulokseen. Kokemuksemme esimerkiksi vapaasta tahdosta on vaikea sovittaa yhteen fysikaalisen todellisuuskäsityksen kanssa. Sen vuoksi naturalistista oletusta on ehkä pakko hieman heikentää.²³³

Tietoisuuden emergenssiä on mahdollista tarkastella neljästä eri metafyyssisestä lähtökohdasta käsin. Ensimmäisessä niistä tietoisuuden syntyminen nähdään sattumana, jolla ei ole sen suurempaa merkitystä muun todellisuuden kannalta. Mentaaliset ominaisuudet eivät ole reaalisia, eikä niillä ole kausaalista vaikutusta.

²³² Clayton 2004, 163.

²³³ Clayton 2004, 163–165.

Ihmisen kokemus vapaasta tahdosta on vain illuusio, joka on tarjonnut etua luonnonvalinnassa.²³⁴

Toisessa metafysisessä näkökulmassa mentaalisten ominaisuuksien emergoituminen nähdään edelleen sattumanvaraisena evoluution tuotteena. Ne eivät kuitenkaan ole puhdas illuusio, vaan ihmisen kokemus vapaasta tahdosta ja omista vaikutusmahdollisuuksista vastaa todellisuutta.²³⁵

Kolmas vaihtoehto on edelleen puhtaasti naturalistinen, mutta uusien ominaisuuksien emergoitumista ei nähdä sattumana vaan maailman rakenteisiin liittyvänä välttämättömyytenä. Eräät tutkijat ovat sitä mieltä, että elämän syntyminen ja evoluution eteneminen aina tietoiseen ihmiseen saakka ei ollut sattuma vaan maailmankaikkeuden alkuasetukset huomioon ottaen väistämätöntä. Näkemys ei kuitenkaan sisällä ajatusta jumalallisesta suunnittelusta, ja se on syytä erottaa niin sanotuista älykkään suunnittelun teorioista.²³⁶

Neljännessä vaihtoehdossa maailma nähdään tietoisien olennon luomisprosessin tuloksena. Tätä näkökantaa voidaan Claytonin mukaan kutsua *teismiksi* ja tietoista luojaolentoa Jumalaksi. Luojan tarkkaa roolia kosmisessa evoluutiossa on kuitenkin mahdotonta määritellä. Kvanttifysiikka ja kompleksisuuden tutkimus ovat osoittaneet, ettei alkutilannetta voi säätää niin että lopputulos olisi sen perusteella täsmällisesti tiedossa. Jos Jumala onkin suunnitellut kosmoksen, asettanut sopivat alkuasetukset ja polkaissut alkuräjähdyksessä kehityksen käyntiin, hänkään ei ole voinut tuolla hetkellä olla varma sen kaikista yksityiskohdista. Kuten Clayton toteaa, alkuräjähdystä ei voinut asettaa niin, että George W. Bush voittaisi presidentinvaalit Yhdysvalloissa vuonna 2000. Fysiikkakaan ei toistaiseksi osaa vastata, kuinka tarkkaan alkuasetukset ovat määränneet kosmoksen tulevaisuuden. Ehkä myös ihmisellä kehityksen myötä emergoituneen vapaan tahdon kautta voi olla aitoa luojaista riippumatonta vaikutusta tulevaisuuteen. Clayton viittaa tässä Philip Hefnerin ajatukseen ihmisistä ”luotuina kanssaluojina”.²³⁷

Mikäli emergenssistä halutaan tehdä teologisia tulkintoja, Jumala voidaan ymmärtää kolmella tavalla. Viittaa tässä Niels Henrik Gregersenin artikkeliin *Emergence and Complexity*.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa myös jumaluus on tämän maailman emergentti ominaisuus. Tähän saakka ihmismieltä on käsitelty ikään kuin korkeimpana

²³⁴ Clayton 2004, 159–160.

²³⁵ Clayton 2004, 160.

²³⁶ Clayton 2004, 161.

²³⁷ Clayton 2004, 162–163.

emergenttinä todellisuuden tasona. Jos kosminen evoluutio kuitenkin on prosessi, jossa jatkuvasti kompleksisuuden kasvaessa syntyy uusia emergenttejä tasoja, on syytä kysyä, onko niitä nyt tai tulevaisuudessa myös ihmismielen yläpuolella. Esimerkiksi maailmanlaajuisia tietoverkkoja on tarjottu uuden emergentin tason perustaksi. Ne voisivat muodostaa uuden superorganismien, eräänlaiset maailmanaiivot. Clayton tosin suhtautuu tähän nimenomaiseen spekulatioon aika skeptisesti.²³⁸ Tällä en myöskään tarkoita, että tietoverkkoja ja jumaluutta voisi mitenkään verrata toisiinsa.

Sekä Clayton että Gregersen nostavat tässä yhteydessä esiin 1900-luvun alkupuolen filosofin Samuel Alexanderin. Tämä näki jumaluuden jopa vääjäämättömänä naturalistisen kehityksen askeleena. Ilman uskonnollisia tunteitakin jumaluus oli postuloitavissa niiden yleisten periaatteiden pohjalta, joilla aine käyttäytyy ajassa ja avaruudessa.²³⁹ Jumala on jatkuvasti syntymässä. Oli aika, jolloin Jumalaa ei ollut, ja nyt on aika, jolloin hän on osittain. Alexanderin ajatukset ovat suorastaan panteistisia: Jumalan ruumis on koko universumi, eikä hänen ulkopuolellaan ole mitään.²⁴⁰ Clayton toteaa, että emergenssi asettaa jonkin verran painetta tämän tyyppisen ajattelun suuntaan, mutta näkee sen kuitenkin varsin ongelmallisena. Se tekee ihmisestä jumalan ja Jumalasta äärellisen. Toisaalta se säilyttää emergenssiteorian naturalistisena hylkäämällä ajatuksen kosmoksen ulkopuolisesta yliluonnollisesta, toisaalta se ylittää naturalismin liittämällä maailmaan sellaisia käsitteitä kuin ”henki” tai ”pyhyys”.²⁴¹ Nimenomaan Claytonin emergenssiteorian kannalta jumaluuteen tämän maailman emergenttinä ominaisuutena sisältyy lisäksi ongelma, johon palaan myöhemmin.

Toinen vaihtoehto on niin sanottu *atemporaalinen teismi*. Se säilyttää ainakin juutalaisessa, kristillisessä ja islamilaisessa traditiossa perinteisesti vahvana eläneen käsityksen, että Jumala on ajaton ja muuttumaton, täysin erillään tästä maailmasta. Uuden ajan alun luonnontieteen saavutusten myötä muotoutui mekaaninen ja deterministinen käsitys fysiikan lakien hallitsemasta maailmasta. Vastauksena tähän Jumala alettiin yhä enemmän ymmärtää luonnonlakien luojana, joka ei suoraan puutu yksittäisiin maailman tapahtumiin. Tällaisen ajattelun äärimmäinen muoto on deismi, jossa Jumala on ainoastaan kellon tavoin mekaanisesti eteenpäin käyvän universumin alullepanija. Yleisemmin Jumala nähtiin kui-

²³⁸ Clayton 2004, 166–167.

²³⁹ Gregersen 2006, 777.

²⁴⁰ Clayton 2004, 167–168.

²⁴¹ Clayton 2004, 168–169.

tenkin paitsi luojana, myös universumin olemassaolon ja järjestyksen ylläpitäjänä.²⁴²

Atemporaalisessa teismissä emergenssin voi ajatella olevan yksi Jumalan luomista maailmankaikkeuden ominaisuuksista, sen eräänlainen uutta luova elementti. Gregersen viittaa fyysikko Paul Daviesin käsitykseen, että fysiikan lait on hienoviritetty kompleksisuuden kasvulle ja sen myötä uusien ominaisuuksien emergenssille. Jumalan puuttumista evoluution yksityiskohtiin ei tarvita. Osa luonnonlaeista on luonteeltaan tilastollisia ja sen vuoksi epädeterministisiä, ja lisäksi ne ovat herkkiä ympäristön vaikutukselle. Universumin kehitystä eivät siksi säätele yksin deterministiset lait, vaan myös tarkkaan tasapainotettu muutoksen mahdollisuus. ”Hedelmällinen vuorovaikutus välttämättömyyden ja muutoksen välillä” pitää käynnissä jatkuvan luomisprosessin.²⁴³ Kuten edellisessä luvussa oli esillä, kvanttifysiikan on tulkittu olevan tilastollista ja epädeterminististä.

Kolmas vaihtoehto on *temporaalinen teismi*, jossa Jumala nähdään paitsi kehityksen alullepanijana, myös siinä jatkuvasti vaikuttavana tekijänä. Siksi se edellyttää teoriaa Jumalan toimimisen kanavista kehittyvässä maailmassa. Temporaalinen teismi on pääasiallinen suuntaus uskonnon ja tieteen suhdetta koskevissa pohdintoissa. Se pitää sisällään toisistaan poikkeavia lähestymistapoja. Prosessiteologiassa Jumalalla ajatellaan olevan paitsi alkuperäinen, ajaton ja muuttumaton luonto, myös maailmaan sidoksissa oleva luonto, joka nousee esiin ajallisen kehityksen jumalallisesta absorptiosta Jumalan mielessä. Tämä alun perin matemaatikko Alfred North Whiteheadin esittämä ajatus on usein ollut esillä teologiassa erilaisina versioina, ja Gregersenin mielestä se on erityisen hyvin yhteensopiva vahvan emergenssin kanssa.²⁴⁴ Gregersenin artikkelissa jää kuitenkin hieman epäselväksi, näkeekö hän prosessiteologisen jumalakäsityksen välttämättömäksi vahvan emergenssin kannalta.

Gregersen viittaa myös biokemisti Arthur Peacockin tapaan yhdistää temporaalinen teismi vahvan emergenssin kanssa. Peacockin mukaan Jumala ei ole tulevaisuuden suhteen kaikkietävä. Hänen tiedossaan on eräänlainen mahdollisuuksien avaruus, mutta hän ei voi olla selvillä emergentin evoluution yksityiskohdista. Tämä ei kuitenkaan ole rajoitus Jumalan kaikkivaltiuudelle, koska se on hänen itse valitsemansa. Maailman kyky luoda jatkuvasti itsestään jotain uutta on Jumalan rakkauden osoitus maailmaa kohtaan. Jumala on jatkuvasti ja kokonaisvaltai-

²⁴² Gregersen 2006, 778.

²⁴³ Gregersen 2006, 778–779.

²⁴⁴ Gregersen 2006, 779.

sesti läsnä maailmassa tavalla, joka on analoginen emergensitasojen ylhäältä alas -vuorovaikutuksen kanssa. Koska ontologinen kuilu Jumalan ja maailman välillä on samanlaisena olemassa kaikkialla ajassa ja avaruudessa, Jumala voi holistisesti vaikuttaa maailman tilaan. Jumala voi saada aikaan tahtoaan vastaavia tapahtumia maailmassa. Tämä ei tarkoita, että Peacock väittäisi tieteellisissä selityksissä olevan aukkoja. Itse asiassa hän näkee epädeterministisinä ainoastaan ihmisen tietoisuuden ja kvantti-ilmiöt, joista kumpaakaan hän ei pidä riittävänä kanavana Jumalan läsnäololle maailmassa. Jumala vaikuttaa maailmaan kokonaisuutena. Hänen vaikutuksensa on kätkeyty luonnollisiin prosesseihin, eikä sitä voi erottaa luonnollisesta informaation virrasta. Ongelmaksi muodostuu, millaista tämä maailmaan kokonaisuutena vaikuttaminen oikeastaan on. Gregersenin mukaan Peacock ajattelee, että emergentissä maailmassa syntyy omalakisia ja tyypiltään erilaisia systeemeitä. Esimerkiksi ääni ja äänten merkitys ihmisen mielessä kuuluvat tyypiltään erilaisiin systeemeihin. Tällaisten systeemien välinen kausaalinen vaikutus ei ole samanlaista kuin fyysisten kappaleiden vaikutus toisiinsa. Uusien emergenttien systeemien syntyessä syntyy siis myös uusia kausaalisen vaikuttamisen muotoja. Jumalan muista kausaalisuuden muodoista poikkeavalle vaikuttamisen tavalle ei siis ole olemassa esteitä.²⁴⁵

Ilmeisesti omanaan eikä Peacockin käsityksenä Gregersen esittää, että tällaisessa maailmassa informaation täytyy olla maailman aineksena metafyyysisesti samantasoinen elementti massan ja energian kanssa. Jumala voi olla läsnä maailmassa informaation muodossa, jonka tekee näkyväksi ominaisuus tuottaa yhä uusia kompleksisempia rakenteita. Uuden informaation avulla Jumala voi ohjata emergenttiä kehityksen prosessia rikkomatta evoluution mekanismeja tai lisäämättä prosesseihin energiaa ulkopuolelta. Tässä kohdin Gregersen viittaa Claytoniin.²⁴⁶ Jossain määrin epäselväksi jää, missä määrin Gregersen itse yhtyy Peacockin tai Claytonin ajatuksiin. Hieman myöhemmin hän kutsuu Peacockin näkemystä holistiseksi verrattuna hänen ja Claytonin pluralistisempaan näkemykseen.²⁴⁷ Holismi Peacockin ajattelussa tuskin jäi epäselväksi, Claytoniin palaan kohta tarkemmin.

Gregersen korostaa edellä esitetyn tarkoittavan vain, että emergenssi ja kompleksisuus maailmassa on mahdollista ymmärtää yhdessä jumalallisen vaikuttamisen kanssa ilman, että jälkimmäisestä tehdään jotenkin toisarvoista tai satun-

²⁴⁵ Gregersen 2006, 779–781; Peacocke 1995, 143–148.

²⁴⁶ Gregersen 2006, 781.

²⁴⁷ Gregersen 2006, 781.

naista suhteessa aineelliseen maailmaan. Ajatus, että Jumala ja maailma voitaisiin ymmärtää toisistaan riippumatta, on Gregersenin mielestä hylättävä. Jos emergentin maailman yhteydessä halutaan puhua Jumalasta, on hän tiukasti kietoutunut yhteen maailman kanssa. Jumala ei vain seuraile maailman tapahtumia ja puutu niihin ajoittain, vaan hän on jatkuvasti ja kokonaisvaltaisesti läsnä sen kehityksessä. Ei ole lainkaan mielekästä kysyä, miten Jumala tarkalleen ottaen vaikuttaa maailmassa, koska Jumalaa tai maailmaa ei ole mahdollista käsitellä toisistaan irrallaan. Jos Jumala ymmärretään luojaksi, joka jatkuvasti vaikuttaa luomisprosessissa, vahva emergenssi on Gregersenin mielestä hyvin yhteensopiva temporaalisen teismin tradition kanssa. Vahvaa emergenssiä on toki mahdollista kannattaa myös ei-teistisistä lähtökohdista. Sen enempää teisti kuin ei-teisti ei kuitenkaan voi välttää metafyyssistä kysymystä, miksi maailma on viritetty tuottamaan uusia, yhä kompleksisempia rakenteita.²⁴⁸

Sami Pihlström on kirjassaan *Uskonto ja elämän merkitys* ottanut kantaa myös emergenssin käsitteen käyttöön yrityksissä oikeuttaa uskonnollinen usko rationaalisesti. Vaikka Pihlström suhtautuu uskoon ja uskontoon sinänsä ymmärtävästi ja jopa myönteisesti, hän katsoo hyvin kriittisesti pyrkimyksiä ikään kuin liittää Jumala naturalistiseen kontekstiin emergenssin avulla. Näitä yrityksiä, esimerkiksi Arthur Peacockin teorioita, hän moittii siitä, ettei emergenssin käsitettä määritellä kunnolla tai tarkastella riittävän kriittisesti, vaan jopa alaspäin -kausaalisuuden esiintyminen oletetaan ikään kuin itsestäänselvytenä.²⁴⁹ Tällaiseen kritiikkiin ei Claytonin ja Gregersenin kohdalla mielestäni ole ainakaan samassa määrin aihetta. Olkoonkin että kumpikaan ei pysty tarjoamaan emergenssille täsmällistä ja ytimekästä määritelmää, jolla se olisi yksikäsitteisesti tunnistettavissa, molemmat selvästi tiedostavat tämän ongelman ja ovat uhranneet sille paljon tilaa teksteissään. Myös alaspäin -kausaalisuuden kiistanalaisuuden ja todentamisen ongelmat molemmat myöntävät. Claytonin esimerkit emergenssistä luonnontieteissä tosin eivät ole tyydyttäviä ja riittävästi analysoituja.

Pihlströmin kritiikin arviointia vaikeuttaa, että hän puhuu ”teismin ja fysikalismien” yhdistämisestä ”emergenssin käsitteen pohjalta”²⁵⁰ ja ei-reduktiivisesta fysikalismista.²⁵¹ Kuten jo johdannossa kävi ilmi, Clayton katsoo, että fysikalismi on aina reduktiivista ja että emergenssiteoria on nimenomaan fysikalismien kilpai-

²⁴⁸ Gregersen 2006, 781–782.

²⁴⁹ Pihlström 2010, 154.

²⁵⁰ Pihlström 2010, 153.

²⁵¹ Pihlström 2010, 155.

lija tai vaihtoehto. Kyse lienee kuitenkin lähinnä käsitteiden käyttöön liittyvästä epäselvyydestä. Olettaisin, että Claytonin teoria on Pihlströmin näkökulmasta ei-reduktiivista fysikalismia. Hänen kritiikkinsä kärki kohdistuukin emergenssiteorian taustaoletukseen, *metafyysiseen realismiin*:

Jokseenkin argumentoimatta oletetaan, että tieteellinen ja uskonnollinen kieli pyrkivät viittaamaan fundamentaalaisella tavalla käsitteistä ja kielestä riippumattomaan maailmaan, joka itsessään on sellainen kuin se on, ja että tästä syystä uskonnon ja tieteen *täytyy* koherentisti mahtua yhteen ja samaan suureen teoriaan maailmasta kokonaisuutena (jos haluamme säilyttää molemmat).²⁵²

Pihlström jatkaa, että metafyysinen realismi voidaan asettaa kyseenalaiseksi ainakin wittgensteinilaisen uskonnonfilosofian ja pragmatismien näkökulmasta.²⁵³ Metafyysisen realismin kritiikkiä ei tässä ole syytä ryhtyä analysoimaan. Joka tapauksessa on hyvä huomata tämän taustaoletuksen olemassaolo tarkasteltaessa emergenssin teologisia sovelluksia. Varsinkin Clayton pyrkii teoriassaan säilyttämään vahvan siteen luonnontieteisiin, joiden kirjoittamattomana taustaoletuksena usein on metafyysinen realismi.

Philip Claytonin perustelut teismille

Clayton uskoo, että emergenssiteorialla voisi olla annettavaa uskonnon ja tieteen vastakkainasettelun purkamiseksi. Tiede ja Jumala nähdään helposti keskenään kilpailevina selitysmalleina todellisuuden ilmiöille. Jumalan tila kapenee tällöin sitä mukaa kun tiede ottaa edistysaskeleita. Emergenssiteorian näkökulmasta näin ei kuitenkaan tarvitse olla. Tietty ennustamattomuus tai selittämättömyys on maailmankaikkeuden kehitykseen erottamattomasti liittyvä ominaisuus, joka ei tule ajan mittaan häviämään. Tiede edistyessään ja ratkaistessaan aiempia kysymyksiä myös jatkuvasti nostaa esiin uusia selittämättömiä ilmiöitä. Ei ole nähtävissä, että sen työ joskus tulisi valmiiksi. Siksi maailmassa aina tulee olemaan tilaa ihmeille ja kunnioitukselle.²⁵⁴

Vaikka Clayton on tähän saakka tarkastellut ihmismieltä todellisuuden emergenttina ilmiönä täysin naturalistisessa viitekehyksessä, hän toteaa, että erityisesti mieli ehkä kuitenkin on paremmin selitettävissä, kun oletetaan transsendentin mielen olemassaolo.²⁵⁵ Clayton luettelee joukon argumentteja puhtaasti naturalistista maailmankatsomusta vastaan. Vanhin filosofinen argumentti liittyy kysymykseen, miksi mitään ylipäätään on olemassa. Kant totesi, että maailmanjärjestyksen osasten selittämisessä toisilla osasilla on jotain epätydyttävää. Ihminen

²⁵² Pihlström 2010, 156.

²⁵³ Pihlström 2010, 156.

²⁵⁴ Clayton 2004, 170–171.

²⁵⁵ Clayton 2004, 172.

haluaisi myös tietää, miten järjestys kokonaisuudessaan on syntynyt. Leibniz muotoili samalta pohjalta riittävän syyn periaatteen, jonka mukaan kaikelle olevalle täytyi olla syy, miksi se oli olemassa ennemmin kuin ei ollut. Tähän ongelmakenttään liittyvät myös kosmologiset jumalatodistukset.²⁵⁶

Vaikeutta perustaa moraali ja elämän mielekkyyden kokemus fysikalistiselle pohjalle käsitelin jo ensimmäisessä luvussa. Ilmeisesti Clayton katsoo, ettei myöskään puhtaasti naturalistinen emergenssiteoria ratkaisisi näitä ongelmia, koska hän mainitsee ne myös tässä yhteydessä. Hän mainitsee termin *geneettinen petos* (Genetic Fallacy): jos kaikki olemassa oleva on vain tieteellisesti selitettäviä asioiden tiloja, velvollisuudentunto on pelkkä geenien tuottama illuusio. Geenimme siis pettävät meitä tuottaessaan kokemuksen jonkin toiminnan velvoittavuudesta. Velvollisuutta velvollisuutena ei voi johtaa naturalistisista selityksistä.²⁵⁷ Clayton siis tuntuu ajattelevan Kantin tavoin, että moraalin velvoittavuudesta seuraa Jumalan olemassaolo, vaikka moraali olisikin aineelliseen maailmaan nähden emergenttiä.

Elämän mielekkyyden kokemuksen voi nähdä kahdella tavalla argumenttina naturalismia vastaan. Toisaalta jonkinlainen peruste on se, että ihmiset käytännössä näkevät maailmankaikkeuden tavalla joka tekee siitä heille merkityksellisen. Claytonin mielestä vielä vahvempi argumentti kuitenkin on, että ihminen ylipääntään osaa esittää kysymyksen olemassaolonsa merkityksestä ja etsiä siihen vastausta. Kyky kysyä osoittaa, että todellisuudessa on jotain sellaista, mitä naturalistiset selitykset eivät voi tuoda ulottuvilleemme. Taito esittää perimmäisiä kysymyksiä on vihje transsendentin olemassaolosta.²⁵⁸

Jonkinlaista painoarvoa Clayton antaa myös uskonnollisille kokemuksille. Niiden ongelma kuitenkin on, että niiden luotettavuutta muiden kuin kokijan itsensä – jos hänenkään – on vaikeaa arvioida. Muut jäävät vain toisen käden todistuksen varaan. Jonkinlainen kokemusten todistusarvon kumuloituminen uskonnollisessa traditiossa historian kuluessa on kuitenkin nähtävissä. Lisäksi maailman hyvinkin erilaisia uskonnollisia traditioita näyttävät sitovan yhteen tietyt yhteiset kokemukset, jotka haastavat naturalismin.²⁵⁹

Yksityiskohtaisemmin ja perustaksi tuleville tarkasteluille Clayton esittelee argumentin, jonka tässä yhteydessä oleellisin osa perustuu Thomas Nagelin ja

²⁵⁶ Clayton 2004, 172.

²⁵⁷ Clayton 2004, 172–173.

²⁵⁸ Clayton 2004, 173–174.

²⁵⁹ Clayton 2004, 173.

Alvin Plantingan ajatuksiin. Argumentti koostuu neljästä tasosta, joista kahta ensimmäistä olen käsitellyt jo aiemmin.

Ensimmäinen taso rakentuu vahvan emergenssin mukaiselle käsitykselle ihmisen mentaalisisista ominaisuuksista. Ne eivät ole palautettavissa fysiikkaan, vaan ajatukset ovat reaalisesti olemassa ja niillä on kausaalista vaikutusta aineelliseen todellisuuteen nähden. Tässä yhteydessä Clayton vielä perustelee tätä näkemystä. Fysikalisti lähtee oletuksesta, että hänen ajatuksensa eivät ole mitään todellista, vaan ainoastaan aivotiloja, jotka ovat seurausta aiemmista aivotiloista ja ulkoisista ärsykkeistä. Hänen käsityksensä ja uskomuksensa maailmasta voivat vastata todellisuutta, mutta koska ne ovat syntyneet vain aivotoiminnan historian ja ulkoisten ärsykkeiden seurauksena, hän ei voi väittää että ne perustuisivat muihin käsityksiin nähden parempaan argumentaatioon. Myöskään argumentaatio ei ole mitään todellista.²⁶⁰ Koska aivot väistämättä ovat siinä tilassa kuin ne ovat, fysikalistilla ei ole mitään keinoa arvioida ominen uskomustensa luotettavuutta.

Argumentin toinen taso sisältää väitteen, että mentaalisten tilojemme koherenssi ja kausaalinen vaikutus ovat parhaiten ymmärrettävissä, jos ihmisen voi sanoa olevan tietoinen mentaalinen agentti. Tämä on hyväksyttävissä emergenttinä ilmiönä täysin naturalistisessa viitekehyksessä, jos kerran emergenssiä ylipääntään esiintyy. Tällaista agenttia ei voi luonnontieteen keinoin rekonstruoida ja sijoittaa sellaisenaan luonnontieteellisiin teorioihin. Agentin vaikutus (agenttikausaalisuus) ei ole samanlaista kuin kausaalinen vaikutus luonnontieteissä yleensä. Sosiaaliset teoriat sen sijaan eivät voi välttää puhumasta persoonallisista agenteista.²⁶¹

Kolmas taso pohjautuu kahden edellisen mukaisille oletuksille mentaalisten toimintojen kausaalisesta vaikutuksesta ja ihmisestä tietoisena agenttina, ja perustuu Thomas Nagelin ajatuksille. Lähtökohtana on kysymys, miksi luotamme järkeemme: millä perusteella voimme olettaa, että kuva jonka se maailmasta muodostaa, on oikea. Ongelmallinen on relaatio, jonka järkemme rakentaa yksittäistapausten ja universaalien välille. Koemme, että paikallisesti aivoihin sijoittunut ihmisen järki mahdollistaa kosketuksen universaaleihin totuuksiin. Ulkoisen maailman ja meidän tapamme hahmottaa sitä välillä täytyy vallita perustavaa laatua oleva yhteensopivuus. Jotta todellista tietoa voisi olla olemassa, meidän on pakko olettaa todellisuuden olevan rakenteeltaan rationaalinen ja käsitettävä. Muutoin

²⁶⁰ Clayton 2004, 174.

²⁶¹ Clayton 2004, 174–175.

meidän on otettava skeptinen asenne kaikkea informaatiota kohtaan. Tämän yhteensopivuuden olemassaolo ei kuitenkaan ole mitenkään perusteltavissa. Asennetta, joka hyväksyy tämän kysymyksen ratkaisemattomaksi tekemättä siitä pittemälle meneviä johtopäätöksiä, voisi Claytonin mielestä kutsua *agnostiseksi rationalismiksi*.²⁶²

Nagel pyrkii itse asiassa ensin perustelevaan, miksi täydellinen skeptisyys ei ole mahdollista ja miksi ajattelumme vääjäämättä vaatii oletuksen luotettavan tiedon mahdollisuudesta. Toisaalta me ja meidän ajattelumme on osa maailmaa. Emme voi asettua tarkkailijan rooliin johonkin ulkopuoliseen maailmaan nähden, koska vuorovaikutuksessa muun maailman kanssa olemme vääjäämättä osa kokonaisuutta. Omasta asemastamme käsin emme voi muodostaa objektiivista kokonaiskuvaa todellisuudesta. Viime kädessä kaiken subjektiivisen kokemuksen ja siitä päättelemällä tuotetun tiedon luotettavuutta voi aina epäillä.²⁶³ Toisaalta ajattelu ja kieli on ikään kuin lukittu kuvaan ulkoisesta maailmasta. Kun kyseenalaistamme kaiken päättelykykymme ja kokemustemme todenperäisyyden, tuo kyseenalaistamisen mahdollisuus itsessään on meille jotain todellista ja luotettavaa.²⁶⁴ Älyllinen toiminta on mielekästä vain, jos oletamme objektiivisen todellisuuden. Tehdessämme tieteellisiä hypoteeseja oletamme itsellemme kyvyn jonkinlaiseen itse-transsendenssiin, kykyyn nousta välittömän kokemuksemme yläpuolelle. Esimerkiksi suhteellisuusteorian mukaan välitön kokemuksemme absoluuttisesta ajasta ja avaruudesta on virheellinen. Tieto ja kokemus eivät ole sama asia. Myös kokemus itsessään on havainnoinnin kohde, ja luotettavan tiedon etsintä tapahtuu siihen nähden ylemmällä tasolla.²⁶⁵

Nagelin kritiikki kohdistuu pyrkimykseen selittää kyky kokemusten itsereflektioon ja luotettavan tiedon etsintään evoluutioteorialla. Ihmismielen kyky muodostaa objektiivisia käsitteitä todellisuudesta ei ole selitettävissä luonnonvalinnan perusteella, koska luonnonvalinta ei selitä kykyä itsessään, vaan ainoastaan valinnan eri mahdollisuuksien välillä. Yritykset selittää älyllinen ajattelu evoluutiolla ovat spekulatioita, joissa ilmiö pyritään väkisin sovittamaan ennalta lukkoon lyötyyn viitekehukseen. Nagel ei kuitenkaan pyri esittämään mitään vaihtoehtoisia teorioita. Hänen mielestään sellaiselle ei tällä hetkellä yksinkertaisesti ole

²⁶² Clayton 2004, 177.

²⁶³ Nagel 1986, 67–68.

²⁶⁴ Nagel 1986, 73.

²⁶⁵ Nagel 1986, 74–77.

rakennusaineiksia, eikä ole erityistä syytä olettaa että tyydyttävä selitys koskaan löydettäisiin.²⁶⁶

Claytonin argumentin neljäs taso on edellisistä tasoista seuraava johtopäätös transsendentin mielen olemassaolosta. Tätä johtopäätöstä Nagel itse ei ollut halukas tekemään. Nagelin argumentaatio on joka tapauksessa esiintynyt myöhemmissä keskusteluissa ”evolutionaarisen argumenttina naturalismia vastaan”, ja erityisesti Alvin Plantinga on vedonnut siihen. Nagelin tavoin myös Plantinga katsoo, ettei ole mitään syytä uskoa, että evoluutio olisi voinut tuottaa luotettavan uskomuksia tuottavan mekanismin. Clayton tiivistää Plantingan ajattelun toteamalla, että ”evolutiivisella naturalistilla ei ole perustetta uskoa, että mikään hänen kognitiivisten kykyjensä tuotoksista olisi totta, mukaan lukien hänen uskomuksensa evolutiivisesta naturalismista.” Ainoaksi vaihtoehdoksi välttää täydellinen skeptisyys jää Plantingan ja häntä seuraten Claytonin mielestä oletus tavoitteellisesta ja hyväntahtoisesta luomistyöstä.²⁶⁷

Erityisesti tämän mutta myös muiden edellä mainittujen argumenttien perusteella Clayton on siis valmis luopumaan ehdottomasta naturalismista. Hän puhuu ”teismin hinnasta”, jolla tarkoittaa niitä ongelmia joita naturalismista luopuminen aiheuttaa luonnontieteiden suuntaan. Naturalisti joutuu kuitenkin myöntämään, että kysymykseen, miksi ihminen kykenisi muodostamaan luotettavia tosia uskomuksia asioiden tilasta maailmassa, ei ole naturalistista selitystä. Se on silloin vain hyväksyttävä yhtenä tosiasiana muiden joukossa, ja se on naturalismin hinta. Jompikumpi on maksettava, ja Clayton on halukkaampi valitsemaan teismin.²⁶⁸

Jumalan vaikutus emergentissä maailmassa

Kun teistinen oletus on hyväksytty, siitä voidaan Claytonin mukaan edetä kahta tietä. Toisaalta jumaluuden voi Samuel Alexanderin tavoin nähdä kaikkeuden emergenttinä ominaisuutena, jota ei vielä ole mutta joka on jatkuvasti asteittain tulossa. Toisaalta Jumalan voi olettaa olevan yliluonnollinen kaiken alku tai perusta. Hän on aina ollut, mutta osa hänen jumaluudestaan ilmenee vasta asteittain elämän, tietoisuuden ja uskonnollisten ja henkisten kokemusten myötä. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa etäännyttään jonkin verran emergenssin viitekehyksestä. Emergenssi on tosin mahdollista nähdä myös tietynlaisen teistisen käsityksen osana, jos esimerkiksi painotetaan jumalallisen kokemuksen emergenttiä luonnetta,

²⁶⁶ Nagel 1986, 78–82.

²⁶⁷ Clayton 2004, 178. Lainauksen käännös on tämän työn tekijän.

²⁶⁸ Clayton 2004, 178–179.

kuten prosessiteologiassa. Jos kuitenkin minkä tahansa mielen elementin katsotaan olevan primaarinen aineelliseen kosmokseen nähden, kyseessä ei enää varsinaisesti ole emergentti näkemys mielestä.²⁶⁹

Claytonin pyrkimyksenä näyttäisi olevan luoda Jumalan vaikutuksesta maailmassa teoria, joka ei edellytä luonnonlakien rikkoutumista,²⁷⁰ mutta joka jättäisi ihmiselle kuitenkin mahdollisuuden saada jotain viitteitä Jumalan toiminnasta ja läsnäolosta.²⁷¹

Alexanderin emergentin jumaluuden etuna on, ettei se vaadi metafyyysisiä lisäoletuksia. Se on todellisuuden emergentti ominaisuus siinä missä ihmisen tietoisuuskin. Lopputulos ei kuitenkaan ole Claytonin mielestä tyydyttävä, sillä tällainen jumaluus ei pysty vastaamaan Nagelin argumentin avoimeksi jättämään kysymykseen järjen ja todellisuuden yhteensopivuudesta. Clayton siis kallistuu teismissään luovan ja ajattoman transsendentin kannalle, vaikka se vaikuttaakin etäännyttämiseltä emergenssistä puhtaimmassa muodossaan.²⁷²

Clayton pyrkii kuitenkin vielä pelastamaan emergenssin. Perustelu on vaikeaselkoinen, mutta pohjautuu nähdäkseni ajatukselle, että myös luopuminen naturalismista on itsessään mahdollista nähdä kehityksen emergenttinä vaiheena. Luonnontieteelliset selitykset ovat toimivia omassa rajatussa piirissään. Emergenssiteorian mukaan ihmistieteet ovat kuitenkin luonnontieteisiin nähden emergenttejä, ja myös kriteerit, jotka ohjaavat ilmiöiden selittämistä niissä, ovat luonnontieteisiin palautumattomia. Jos haluamme pitää kiinni emergenssiteorian mukaisesta tieteenalojen palautumattomuudesta fysiikkaan, ei ole mitään syytä väheksyä esimerkiksi teologian tarjoamia selitysmalleja ilmiöille. Niiden empiirinen luonnontieteellinen testaaminen ei ole mahdollista, koska sisältö ei ole palautettavissa luonnontieteelliseen käsitteistöön.²⁷³

Clayton päätyy näkemykseen, että jumaluus ei ole puhtaasti luonnollisen maailman emergentti ominaisuus, vaan myös siitä riippumattoman agenttiuden lähde. Jumaluuteen liitetyt ominaisuudet joko eivät ole minkään tämän maailman objektin tai objektien ominaisuuksia, tai ne ovat jonkin sellaisen olion tai ulottuvuuden ominaisuuksia, joka ei ole identtinen tämän maailmankaikkeuden tai min-

²⁶⁹ Clayton 2004, 179–180.

²⁷⁰ Clayton 2004, 188.

²⁷¹ Clayton 2004, 193.

²⁷² Clayton 2004, 180–181.

²⁷³ Clayton 2004, 181.

kään sen osan kanssa. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa jumaluus voi pitää koko maailmankaikkeuden sisällään, mutta on silti transsendentti siihen nähden.²⁷⁴

Clayton kuvaa emergenssiteoriaa tikapuina, joita pitkin on kiivetty kosmossa evoluutiossa alkuräjähdyksestä aina tietoiseen ihmiseen saakka. Tässä vaiheessa emergenssiteorian resurssit naturalistisena teoriana on kuitenkin syöty loppuun. Ihminen agenttina, joka kykenee muodostamaan tosia uskomuksia todellisuudesta, ei mahdu enää naturalististen selitysten piiriin. On joko tyydyttävä avoimiksi jääviin kysymyksiin ja Nagelin agnostiseen rationalismiin, tai hyväksyttävä oletuksena transsendentin mielen eli Jumalan olemassaolo. Älyllisen ja tosiin uskomuksiin kykenevän ihmisen synnyttäminen oli Jumalan luomistyön päämäärä, vaikka se tapahtuikin epäsuorasti emergenssin kautta.²⁷⁵

Mikä sitten on transsendentin mielen suhde ihmismieleen ja maailmaan ylipäätään? Teoriat jumalallisesta agentista ja ihmisen käsitys itsestään Jumalan kuvana on aikojen saatossa voimakkaasti vaikuttanut siihen, miten ihminen näkee itsensä suhteessa muuhun maailmaan. Toisaalta ihmisen käsitys itsestään, sekä kulloinkin vallinneet yhteiskuntajärjestys, ihanteen ja arvot ovat vastaavasti vaikuttaneet siihen, millaisia käsitteitä jumaluuteen on eri aikoina liitetty. Monarkistisessa ja miesten dominoimassa yhteiskunnassa Jumalasta tehtiin kuninkaiden kuningas. Deterministisen fysiikankäsityksen vallatessa alaa alettiin puhua jumalallisesta kellosepästä tai luonnonjärjestyksen asettajasta. Dualistiseen metafysiikkaan yhdistettynä Jumalasta taas tuli fysikaalisesta maailmasta riippumaton puhdas henki tai puhdas mieli. Clayton kysyy, miten meidän pitäisi ymmärtää jumalallinen agentti emergenssin aikakaudella.²⁷⁶

Claytonin mielestä transsendentin vaikutuksen ymmärtämiseksi ja kuvaamiseksi on emergenssin näkökulmasta kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisessä Jumalan vaikutus nähdään analogiana ihmisen mentaalisten ominaisuuksien vaikutukselle maailmassa. Ihminen ja Jumala ovat agenteina verrattavissa toisiinsa. Tämä vaihtoehto nostaa ihmisen lähemmäksi Jumalaa ja jättää kuilun ihmisen ja muun maailman välille. Toisessa vaihtoehdossa korostetaan ihmisen kuulumista samaan jatkumoon muiden tämän maailman ilmiöiden kanssa. Ihminen on ontologisesti kauempana jumalallisesta agentista. Tämän mallin haasteena on, miten ontologisesti erilainen jumalallinen mieli kommunikoi ihmismielen kanssa.²⁷⁷ Clayton

²⁷⁴ Clayton 2004, 183.

²⁷⁵ Clayton 2004, 184–185.

²⁷⁶ Clayton 2004, 186.

²⁷⁷ Clayton 2004, 187.

joka tapauksessa kallistuu jälkimmäisen vaihtoehdon kannalle, koska se säilyttää jatkumon naturalisen maailman ja ihmisen välillä ja tarjoaa näin perustan neurotieteille. Molemmat vaihtoehdot myös lyövät todellisuuteen jonkinasteisen dualistisen leiman, ja Claytonin mielestä on parempi sijoittaa tämä dualistinen askel maailman ja Jumalan väliin kuin maailman sisälle.²⁷⁸

Seuraavaksi Clayton alkaa pohtia Jumalan vaikutuksen luonnetta maailmassa. Hän toteaa, ettei ole mahdollista puolustaa fysikaalisia ihmeitä tavalla, joka ei olisi ristiriidassa nykyisen luonnontieteellisen metodin ja tulosten kanssa. Clayton tosin myöntää, että kvanttifysiikka voisi tarjota mahdollisuuden jumalalliseen vaikuttamiseen luonnonlakeja rikkomatta. Aaltofunktioiden todennäköisyyksiin puuttamalla Jumala voisi periaatteessa puuttua fysikaalisiin tapahtumiin.²⁷⁹ Tällaisesta vaikuttamisesta meidän ei kuitenkaan ole mahdollista saada empiiristä evidenssiä. Hyvin epätodennäköisienkään vaihtoehtojen toteutuminen ei fysiikan näkökulmasta ole ihme, jos sellaista ei tapahdu niin usein että se aiheuttaa ristiriitaa teoreettisen ja havaitun todennäköisyysjakauman välillä.²⁸⁰ Emergenssin kannalta tällaisessa vaikuttamisessa on lisäksi Claytonin mielestä suuri teoreettinen ongelma. Jos ihmisen ajatukset ovat emergentejä ominaisuuksia ja aivoihin nähden itsenäisiä, Jumala ei voisi ohjata ajatuksiamme pelkästään fysikaalisella tasolla aivotiloja säätämällä, vaikka ehkä voisikin vaikuttaa esimerkiksi vaihtoehtojen todennäköisyyteen ihmisen tehdessä valintaa eri vaihtoehtojen välillä.²⁸¹ Olettaisin, ettei Claytonin tarkoitus ole tässä yhteydessä ottaa kantaa ihmisen tahdonvauteen Jumalaan nähden. Hän pitää kuitenkin tärkeänä, että Jumalalla on yhteys nimenomaan ihmisen persoonaan.

Joka tapauksessa Clayton päätyy hylkäämään fysikaaliset ihmeet ainakin tässä yhteydessä. Hän ei nähdäkseni täysin kiellä niiden mahdollisuutta, mutta ainakaan niistä ei ole hänen mielestään mahdollista saada fysikaalista evidenssiä, niin että niiden käsittely olisi jotenkin mielekästä. Sen sijaan Clayton sijoittaa Jumalan vaikutuksen maailmassa ihmisen ajatteluprosessiin. Koska mentaaliset ominaisuudet ovat itsenäisiä aivotiloihin nähden mutta vaikuttavat niihin, Jumala voi vaikuttaa ihmisen ajatteluun ja päätöksentekoon vaikuttamatta suoraan aivojen fysikaaliseen tilaan. Koska lisäksi mentaaliset ominaisuudet oli Claytonin mielestä vielä mahdollista ymmärtää täysin naturalistisessa kontekstissa, minkäänlaista

²⁷⁸ Clayton 2004, 187.

²⁷⁹ Clayton 2004, 187–188.

²⁸⁰ Clayton 2004, 191.

²⁸¹ Clayton 2004, 188.

luonnonlakien rikkoutumista ei tapahdu. Vaikka ajatukset ovat luonnollinen ilmiö, ne eivät ole fysiikan lakien alaisia ja siksi ylhäältä päin avoimia korkeamman tason kausaalisille vaikutuksille. Jumalan vaikutus ajatuksiin on tieteen saavuttamattomissa: ajattelun ja aivojen välillä taas vallitsee täysin luonnollinen emergentti jatkumo.²⁸²

Clayton puhuu tässä yhteydessä korkeammista kausaalisuuden tyypeistä, joista yksi voisi olla jumalallinen vaikutus.²⁸³ Hänen käsityksensä näiden tyyppien määrästä ja luonteesta jää epäselväksi, mutta ei liene aiheen kannalta oleellinen. Se on joka tapauksessa vielä jotenkin erilaista kausaalisuutta kuin agenttikausaalisuus, jolla ihmisen mentaaliset ominaisuudet vaikuttavat aivoihin ja sitä kautta aineelliseen maailmaan. Transsendentin vaikutus ei kohdistu yksittäisiin mentaaliin tiloihin, vaan sen kohde on ihmisen persoona kokonaisuutena. Clayton näkee persoonan mentaaliin ominaisuuksiin nähden omana korkeampana emergenssitasonaan. Persoonaan eivät vaikuta vain aivot ja aivotiloista emergoivat mentaaliset ominaisuudet, vaan myös yksilön ulkopuoliset tekijät. Tällaisia ovat muun muassa yhteydet ympäristöön ja muihin persooniin, suhde moraalisiin velvoitteisiin ja käsitys muuten kuin empiirisesti havaittavista olioista ja voimista. Clayton määrittelee omana käsitteenään *persoonan itsessään* (the person as such) tai *persoonan kokonaisuutena* (the person as a hole). Se on ”taso joka emergoituu, kun syntyy integroitu tila joka koostuu persoonasta, hänen ruumiistaan, ympäristöstään ja muista persoonista sekä mentaalista kokonaistilasta, johon sisältyy hänen käsityksensä omasta sosiaalisesta, kulttuurisesta, historiallisesta ja uskonnollisesta kontekstistaan.”²⁸⁴

Persoonalla näin ymmärrettynä voi olla älyllisiä, sosiaalisia ja eettisiä ulottuvuuksia. Etiikkaa ei enää tarvitse redusoida fysikaalisiin ja biologisiin prosesseihin, pohjimmiltaan itsekkäisiin tavoitteisiin ja luonnonvalintaan. Altruismi ja kyky empatiaan on mahdollista nähdä tämän emergentin tason itsenäisesti olemassa olevina ominaisuuksina. Ei ole mahdollista antaa täsmällistä kuvaa, miten tällainen persoona kokonaisuutena suhtautuu neurofysiologisiin prosesseihin. Se vaatisi useiden ihmistieteiden, kuten psykologian, sosiologian ja antropologian, mutta myös esimerkiksi historian, taiteen ja etiikan välineistöä. Kyse ei ole yksittäisten ideoiden ja aivotilojen vastaavuudesta, vaan asiaa on tarkasteltava laajemmassa sosiaalisessa ja kulttuurisessa kontekstissa. Siksi on syytä olettaa, ettei ih-

²⁸² Clayton 2004, 188–189.

²⁸³ Clayton 2004, 189.

²⁸⁴ Clayton 2004, 195. Lainauksen käännös on tämän työn tekijän.

mistieteitä koskaan tulla redusoimaan neurofysiologiaan, vaan ”persoonat persoonina todella tekevät asioita maailmassa.”²⁸⁵

Claytonin mielestä tällä tavoin laajasti ymmärretty persoona on sopiva taso, jolla jumalallinen agentti voi vaikuttaa maailmassa. Tällöin sen vaikutus on aidosti alaspäin kausaalista, eikä redusoidu fysikaalisten hiukkasten tai hermosolujen manipulointiin. Tällä tasolla vaikutus kohdistuu ihmisen uskonnollisesti merkittäviin ulottuvuuksiin: suhteeseen toisiin ihmisiin, korkeamman tason tunne-elämään, eettisiin tavoitteisiin ja kokemukseen elämän mielekkyydestä.²⁸⁶

Samalla tavoin kuin persoonan suhdetta aivoihin on mahdotonta täsmällisesti kuvailla, ei myöskään ole mahdollista sanoa, miten jumalallinen agentti vaikuttaa persoonaan. Kaikki luonnollinen vaikutus persoonaan tapahtuu fysikaalisten ilmiöiden välityksellä esimerkiksi sanoina, eleinä, kirjoituksena tai taideteoksina. Jumalallinen vaikutus ei kuitenkaan voi välittyä tällä tavoin, vaan se eroaa kaikista muista vaikutuksista. Tämä jälleen muistuttaa väistämättömästi dualistisesta askelesta transsendentin ja maailman välissä. Clayton on kuitenkin ikään kuin onnistunut minimoimaan tämän askelen ja sen aiheuttaman ongelman. Teoria on hänen mukaansa yhteensopiva nykyisen luonnontieteellisen tietämyksen kanssa. Jumalan ei tarvitse rikkoa luonnonlakeja voidakseen vaikuttaa maailmassa. Neurotieteellinen tutkimus on mielekästä, koska ihmismieli on riippuvainen aineellisesta perustastaan, vaikkakaan ei palaudu siihen. Emergenssi on todellisuuden ominaisuus, joka ei edellytä jumalallisen vaikutuksen huomioonottamista. Tieteelliset teoriat täydennettynä oletuksella emergenssistä ovat riittävä perusta maailman ilmiöiden kuvailemiselle lukuun ottamatta ihmisen kykyä hankkia luotettavaa tietoa maailmasta.²⁸⁷

Jäljelle jää siis vielä pieni jännite emergenssin ja jumalallisen vaikutuksen välillä. Jos halutaan pitäytyä tiukasti emergenssin kontekstissa, on jumaluus ymmärrettävä Samuel Alexanderin hengessä tämän todellisuuden emergenttina ominaisuutena. Tämän kaltainen ajattelu on kuitenkin vieras useimmille teismen muodoille ja vaikea yhdistää perinteisiin käsityksiin jumalallisesta vaikutuksesta maailmassa.²⁸⁸ Ainakin ajatus Jumalasta luojana on tässä kontekstissa hylättävä. Lisäksi, kuten edellä jo todettiin, se ei Claytonin mielestä anna kunnollista vastausta ongelmaan, joka oli hänen keskeinen perusteensa olettaa transsendentin olemas-

²⁸⁵ Clayton 2004, 198.

²⁸⁶ Clayton 2004, 198.

²⁸⁷ Clayton 2004, 198–199.

²⁸⁸ Clayton 2004, 190.

saolo – Nagelin esittämään kysymykseen, miksi ylipäättään voimme olettaa kykenevämmme muodostamaan luotettavaa tietoa maailmasta.

On siis lähdeävä oletuksesta, että jumalallinen agentti on jotain tämän todellisuuden ulkopuolista ja siitä riippumatonta, mutta jotenkin vastuussa sen olemassaolosta. Miten ajatus luojasta on yhdistettävissä emergenssiteoriaan, jossa kompleksisuuden kasvu ja uusien ominaisuuksien syntyminen kosmisessa evoluutiossa nähdään todellisuuden luonnollisena ominaisuutena, johon ei liity jumalallista väliintuloa? Clayton turvautuu tässä käsitykseen Jumalasta alkuehtojen asettajana maailmankaikkeuden syntyessä. Jumala sääti alkuräjähdyksen hetkellä tietyt luonnonvakiot sillä tavoin, että persoonien kehittyminen oli vähintäänkin todennäköistä. Hän siis käynnisti prosessin, jonka tavoitteena oli tuottaa jotain, johon hän voisi vaikuttaa ja olla yhteydessä.²⁸⁹ Emergenssi on maailmaan asetettu luomisen väline, eikä Jumalakaan voinut ennakolta tietää kaikkia kehityksen yksityiskohtia. Kuten ensimmäisessä luvussa jo mainitsin, kosmoksen luonnonvakiot todella näyttävät olevan säädetyt ihmisen kehityksen kannalta suotuisasti. Hyvin pienet muutokset olisivat johtaneet hyvin toisenlaiseen maailmankaikkeuteen, johon tuskin olisi syntynyt elämää.²⁹⁰ Lisäksi ajatus ihmisestä luotuna Jumalan yhteyteen – asia, joka erottaa sen kaikesta muusta olemassa olevasta – sopii hyvin yhteen juutalais-kristillisen luomiskäsityksen kanssa.

Michael Silberstein on koonnut Claytonin rönsyilevän ja hieman sekavan argumentaation teismien puolesta formaalimpaan muotoon ja myös analysoinut sitä kriittisesti vaihe vaiheelta. Silbersteinin mukaan Clayton väittää seuraavaa:

(P1) Ontologinen emergenssi sekä mereologisessa että nomologisessa muodossaan²⁹¹ on maailman todellinen ominaisuus aina fysiikasta psykologiaan saakka (emergenti naturalismi).

(P2) Mentaaliset ilmiöt ovat nomologisesti emergentejä siten, että fysikalismi ja kausaalinen sulkeuma eivät ole totta, eli ajatukset ovat todellisia tapahtumien syitä tässä maailmassa (emergenti naturalismi).

(P3) Mentaaliset tilat tai propositionaaliset asenteet kuten uskomukset ja halut ovat parhaiten ymmärrettävissä vapaan tahdon omaavan agentin tiloina. Lyhyesti, kansanpsykologia (folk psychology) on todellinen teoria.

(P4) Edes emergenti naturalismi ei voi selittää seuraavia asioita, jotka kaikki vaativat selitystä, erityisesti jos oletetaan, että ihmismieli on naturalistinen emergenti:

(A) mitä tarkoittaa että uskomus on tosi ja oikeutettu – propositionaalisten asenteiden olemassaolo ja merkitys kuten ne ymmärretään kansanpsykologiassa;

²⁸⁹ Clayton 2004, 200.

²⁹⁰ Kauffman 2008, 42–43.

²⁹¹ Silberstein käyttää termejä mereologinen ja nomologinen emergenssi. Jälkimmäinen vastaa suunnilleen Claytonin vahvaa emergenssiä. Termien merkityksiä on tarkemmin analysoitu toisessa luvussa.

- (B) miksi maailma on sisäisesti rationaalinen ja ihmisjärjen on mahdollista saada siitä tietoa;
- (C) miten ja miksi maailmankaikkeus tuottaa inhimillisiä agentteja, joilla on kyky ymmärtää sitä ja muodostaa oikeutettuja, tosia uskomuksia.
- (D) Arviota vahvistaakseen Clayton lisää vielä seuraavat mysteerit: miksi mitään ylipäätään on olemassa enemmän kuin ei mitään? Kuinka on selitettävissä eettisten periaatteiden, uskonnollisen kokemuksen ja elämän tarkoituksen olemassaolo?

(P5) Mikään naturalistisessa maailmassa, ei edes emergentti naturalismi, voi selittää kohtia (A)-(D).

(P6) Siis, tosiasiat (A)-(D) ovat joko kylmiä tosiasioita, tai niillä on ei-naturalistinen selitys.

(P7) Koska on äärimmäisen epätodennäköistä, että (A)-(D) olisivat kylmiä tosiasioita, todennäköisin ei-naturalistinen selitys on, että maailma ja siellä olevat agentit on jollain tavoin päämäärähakuisesti suunniteltu niin, että niillä on nämä ominaisuudet. Tästä siksi seuraa, että Jumala on muotoillut universumille ominaisuudet (A)-(D).²⁹²

Silberstein analysoi ja kritisoi argumentaatiota kohta kohdalta. Väitteen (P1) osalta kritiikki luonnollisesti kohdistuu siihen, ettei vahvan (nomologisen) emergenssin esiintyminen maailmassa mitenkään ole kiistatonta. Claytonin esimerkit eivät varsinaisesti todista mitään.²⁹³ Claytonin argumentoinnista kokonaisuutena Silberstein toteaa, että se on suunnitteluargumentin kaltainen. Clayton käyttää ontologista emergenssiä oikeuttamaan kognitiivisten agenttien reaalisen olemassaolon: mentaalisten tilojen itsenäisyys ja kausaalinen vaikutus on sovitettavissa yhteen luonnontieteellisen tietämyksen kanssa. Järkeä ja päämäärähakuisuutta voidaan luonnontieteen näkökulmasta pitää reaalisesti olemassa olevina. Silti agenttien olemassaolo jättää selitykseen aukon, jonka Clayton paikkaa Jumalalla. Silbersteinin siis katsoo, että Claytonin argumentaatioon jää ainakin jonkin asteinen sisäinen jännite tai ristiriita.²⁹⁴

Silberstein kysyy aiheellisesti, miksi vahva naturalistinen emergenssi ei riitä kohtien (A)-(D) selittämiseen, jos se kerran muutoin riittää tuottamaan kaikki maailmankaikkeuden ominaisuudet. Clayton ei kunnolla selitä, mikä ihmisen kyvyssä vaikuttaa maailmaan ja muodostaa siitä tosia uskomuksia on niin poikkeuksellista muihin maailmankaikkeuden emergentteihin ominaisuuksiin verrattuna, ettei vahva emergenssi yksin riitä sitä selittämään. Eikö vahva emergenssi voisi olla vastaus Nagelin ja Plantingan argumenttiin, vaikkei evoluutio pystyisi selittämään maailman rationaalisuutta ja käsitettävyyttä? Jos hyväksytään Claytonin käsitys vahvasta emergenssistä maailmankaikkeuden kehityksen elementtinä, Jumalaa ei tarvita. Jos taas maailmankaikkeuden joidenkin piirteiden selittäminen vaatii oletuksen Jumalasta, millekään naturalistisille selityksille, kuten vahvalle

²⁹² Silberstein 2006, 790. Lainauksen käännös on tämän työn tekijän.

²⁹³ Silberstein 2006, 791.

²⁹⁴ Silberstein 2006, 791.

emergenssille, ei enää ole tarvetta.²⁹⁵ Silberstein tosin myöntää, että Claytonin teoria on mahdollinen, jos oletetaan Jumalan olevan juuri niin vahva, että hän pysyy täyttämään vahvan emergenssin jättämät aukot, mutta ei kuitenkaan riittävän vahva selittämään kaikkea muuta, jonka vahva emergenssi selittää. Tätä Silberstein kutsuu teismien jumalallisen hienosäädön ongelmaksi.²⁹⁶

Itse en näkisi Claytonin teorian jännitteitä aivan niin suurina kuin mitä Silberstein katsoo niiden olevan. Silberstein ei juuri ole kiinnittänyt huomiota Claytonin ajatukseen Jumalan roolista toisaalta luomisen käynnistäjänä ja toisaalta vaikuttavana tekijänä nimenomaan ihmisen persoonan kautta. Fyysinen maailmankaikkeus ja siinä esiintyvä emergenssi ovat ikään kuin luomisen välineitä, jotka tähtäävät inhimillisen persoonan syntyminen. Vasta tuon persoonan kautta Jumalalla on uudelleen yhteys luomankuntaansa. Vaikutus Jumalan ja persoonan välillä ei ole verrattavissa emergenssiin. Siksi Jumalan ei Claytonin ajattelussa tarvitse tyypistä emergenssin aukkojen täyttäjäksi. Claytonin Jumala ei kuitenkaan ole kaikkivaltias fyysikaaliseen maailmaan nähden, koska hänen ainoa vaikutuskanavansa maailmaan on ihmisen persoonan kautta. Hän ei säädä säätä eikä järjestele maanjärestyksiä, tai ainakaan sellaisesta ei ole mahdollista saada luotettavaa evidenssiä. Siksi Claytonin käsitys Jumalasta on ongelmallinen kristillisen traditiion kannalta. Toisaalta se tarjoaa uusia näkökulmia esimerkiksi pahan ongelman käsittelyyn. Kun fyysikaalinen maailma on välttämättä sellainen kuin se on, ei Jumalaa ole tarpeen asettaa vastuuseen onnettomuuksista ja luonnonkatastrofeista. Luonnolliselle pahalle ei Jumalakaan voi mitään muutoin kuin ihmisten välityksellä. Sen sijaan kärsimyksestä jota ihminen muille ihmisille aiheuttaa, ja Jumalan hänelle antamien moraalisten velvoitteiden täyttämättä jättämisestä hän on vapaina olentona itse mitä suurimmassa määrin vastuussa. Luonnollisesti Claytonin ajatusrakennelma on spekulatio. Sen heikko kohta vahvan emergenssin todentamattomuuden ohella on yritys todistaa teismi välttämättömäksi, jotta maailma voisi olla ihmisen rationaalisesti hahmotettavissa. Ristiriitaisena sitä ei mielestäni kuitenkaan voi pitää, eikä sen osoittaminen vääräksi nykyiseen luonnontieteelliseen tietämykseen nojaten ole mahdollista.

Kritiikistään huolimatta Silberstein tuntuu kunnioittavan Claytonia ja pitävän Claytonin kirjaa *Mind and Emergence – From Quantum to Consciousness* merkittävänä teoksena niin emergenssin kuin teologiankin alueella. Claytonin

²⁹⁵ Silberstein 2006, 794.

²⁹⁶ Silberstein 2006, 798.

pyrkimykset osoittaa fysikalismi vääräksi saavat Silbersteinilta kiitosta, vaikka hän ei pidäkään Claytonin argumentteja riittävinä.²⁹⁷

Tässä yhteydessä voisi vielä mainita Stuart Kauffmanin maailmankatso-
muksellisen asenteen emergenssiä kohtaan. Kauffmanin ajattelu on lähtökohdil-
taan ateistista. Hän on kuitenkin vakuuttunut, ettei puhdas fysikalismi pysty anta-
maan tyydyttävää kuvaa todellisuudesta, ja puhuu vahvan emergenssin puolesta.
Kauffmanin fysikalismin kritiikkiä käsittelin jo ensimmäisessä luvussa. Kauffman
katsoo myös, että moraalille ja elämän tarkoitukselle on oltava kestävä perusta.
Pyhän kokemisen täytyy olla jotain todellista, vaikkei ihminen uskoisikaan Juma-
laan. Jokainen ihminen tarvitsee paikan hengellisyydelleen.²⁹⁸ Kirjansa *Pyhän
uudelleenkeksiminen – Uusi näkemys luonnontieteestä, järjestä ja uskonnosta*
otsikon mukaisesti Kauffman katsoo, että pyhällä ja sen kokemisella on oltava
paikka myös luonnontieteellisessä kontekstissa. Kauffman olisi halukas pitämään
pyhänä emergenssiä, luonnon taipumusta luoda jatkuvasti kompleksisempia ra-
kenteita ja uusia ominaisuuksia. Ihmiskunta tarvitsee yhteisen kunnioituksen koh-
teen. Maailmankaikkeuteen sisältyvä uutta luova elementti voisi olla uusi pyhä,
jota itsessään Kauffmanin mielestä voisi jopa kutsua Jumalaksi.²⁹⁹

Arvioita Claytonin emergenssiteoriasta

Ensimmäisen luvun lopussa muotoilin neljä ehtoa, jotka emergenssiteorian pitäisi
mielestäni kyetä täyttämään ollakseen vakavasti otettava vaihtoehto fysikalismille
ja dualismille. Ensimmäinen vaatimus koski sen yhteensopivuutta luonnontieteel-
lisen tietämyksen kanssa. Kuten kolmannen luvun lopussa totesin, vahvan emer-
genssin todistaminen tai kieltäminen luonnontieteellisin menetelmin ei ainakaan
tällä hetkellä ole mahdollista. Koska Clayton katsoo, että kukin tieteenala tarjoaa
parasta saatavilla olevaa tietoa omalla alallaan, hän ei ole kumoamassa tieteen
tuloksia. Sekä menneet että tulevat tieteen saavutukset ovat sopuinnussa teorian
kanssa. Mikäli jonkinlainen reduktionistinen ja kaikki tieteenalat fysiikkaan pa-
lauttava kaikenteoria joskus onnistuttaisiin luomaan, se olisi todiste vahvaa emer-
genssiä vastaan. Ainakaan tällä hetkellä sellainen ei kuitenkaan ole näköpiirissä.
Luonnontieteen metodi on reduktiivinen, mutta se ei voi ottaa kantaa siihen, onko
tällä metodilla mahdollista saavuttaa jonkin lopullinen totuus maailmankaikkeu-
desta. Luonnontieteen tehtävä on luoda yhä parempia selittäviä ja ennustavia teo-

²⁹⁷ Silberstein 2006, 798.

²⁹⁸ Kauffman 2008, 9–13.

²⁹⁹ Kauffman 2008, 317–321.

rioita siitä, miten maailma toimii, mutta näiden teorioiden maailmankatsomuksellinen merkitys on lopulta filosofinen kysymys.

Toinen ehto koski emergenssin mahdollisuutta tarjota fysikalismia kestävämpi pohja totuuden tavoittelulle, etiikalle, estetiikalle ja kokemukselle elämän mielekkyydestä. Jos henkinen elämä ei redusoidu materiaaliseen maailmaan, nämä voivat olla jotain yhtä todellista kuin atomit ja alkeishiukkasetkin. Se taso jolla olemme päämäärähakuisia ja käytämme teleologista kieltä, on silloin materiaaliseen perustaansa nähden omalakinen ja itsenäinen. Clayton näyttäisi kuitenkin ainakin tiedostamattaan ajattelevan, ettei emergenssin naturalistinen tulkinta tarjoa riittävää perustaa etiikalle tai elämän tarkoitukselle, vaan ne edellyttävät myös suhdetta transsendenttiin. Kauffman puolestaan pitää emergenssiä sinänsä tarkoituksen lähteenä ja kunnioituksen kohteena, ja olisi jopa valmis kutsumaan sitä Jumalaksi.

Kolmas ehto liittyi teorian kykyyn tarjota hedelmällinen näkökulma ihmismielen ja materiaalisen maailman suhteeseen. Claytonin ajatukset agenttikausaalisuudesta ja persoonasta aineelliseen maailmaan nähden emergenttinä sosiaalisen elämän perusyksikkönä ovat käytännönläheisiä ja vastaavat sitä kuvaa, joka meillä on itsestämme toimijoina aineellisessa maailmassa ja suhteessa toisiin ihmisiin. Tietoisuuden luonne ja suhde materiaaliseen maailmaan ei tällä spekulatiolla tietystikään ole lopullisesti ratkaistu.

Neljäs ehto liittyi transsendentin asemaan teoriassa. Clayton on sitä mieltä, että emergenssi on parhaiten ymmärrettävissä teistisessä kontekstissa. Claytonin osin Plantingalta ja Nagelilta lainaamat argumentit teismien puolesta ovat tietysti kuin mikä tahansa muukin yritys todistaa Jumalan olemassaolo. Niitä voi verrata vaikkapa Tuomas Akvinolaisen jumalatodistuksiin. Jos kuitenkin oletetaan sekä vahvan emergenssin esiintyminen että Jumalan olemassaolo, Claytonin teoria tarjoaa yhden mielenkiintoisen, joskaan ei täysin ongelmattoman vaihtoehdon Jumalan vaikutukselle maailmassa.

Loppukatsaus

Tässä työssä olen tarkastellut emergenssiä tieteellisenä, metafyyysisenä ja teologisena käsitteenä ja vaihtoehtoisena filosofisena näkökulmana fysikalismiin ja dualismiin nähden. Ensimmäisessä luvussa käsitteelin fysikalismia ja dualismia ja erityisesti niihin filosofian ja luonnontieteen näkökulmasta liittyviä ongelmia. Fysikalisti väittää, että kaikki maailman ilmiöt ovat periaatteessa redusoitavissa fyysiikkaan ja selitettävissä fysiikan käsitteistössä. Fysikalismi maailmankatsomuksena ei kuitenkaan ole sisäisesti koherentti. Pyrkinessään redusoimaan kaikki maailman ilmiöt fyysiikkaan fysikalisti tulee samalla redusoineeksi myös itsensä. Väittäessään fysikalismia todeksi hän kuitenkin esittää normatiivisen väitteen, joka ei ole palautettavissa fysiikan käsitteistöön. Tähän argumenttiin palautuvat myös fysikalismiin liittyvät ongelmat moraalin velvoittavuudesta ja elämän mielekkyyden kokemuksesta.

Fysikalismia voidaan kritisoida myös luonnontieteen sisäisin argumentein. Kemian, biologian ja psykologian käsitteet eivät välttämättä ole teoriassakaan määriteltävissä fysiikan käsittein. Lisäksi fysiikan sisälläkin on teorioita, joita ei toistaiseksi ole onnistuttu yhdistämään yhdeksi kokonaisuudeksi tai johtamaan toisistaan. Tällaisia ovat esimerkiksi kvanttifysiikka ja yleinen suhteellisuusteoria, sekä nesteen virtauksia kuvaavat Navierin-Stokesin yhtälöt.

Dualisti puolestaan katsoo, että erityisesti ihmisen mieli tai tietoisuus on jotain fysikaaliseen maailmaan nähden täysin itsenäistä. Ruumis voi kyllä olla puhtaasti fysikaalinen kokonaisuus ja fysiikan lakien alainen. Ongelmaksi dualismissa muodostuu ruumiin ja mielen välinen vuorovaikutus. Jos mielellä ei ole mitään tekemistä fyysisten rakenteiden kanssa mutta se kuitenkin vaikuttaa aivojen välityksellä ihmisen ruumiiseen, tämä mielen ja aivojen vuorovaikutus rikkoo fysiikan lakeja. Lisäksi näyttäisi, että aivojen fyysiset vauriot ja muutokset voivat vaikuttaa myös ihmisen persoonaan. Siksi ajatus ihmisen persoonasta ruumiista riippumattomana sieluna ei vaikuta mielekkäältä.

Vaihtoehtoista teoriaa fysikalismille ja dualismille on rakennettu muun muassa emergenssin käsitteen varaan. Toisessa luvussa tarkastelin vaihtoehtoja emergenssin määrittelemiseksi ja erityisesti Philip Claytonin emergenssiteoriaa. Emergenssi liittyy saumattomasti käsitykseen maailmasta ajan myötä kehittyvänä kokonaisuutena, jossa koko ajan syntyy uusia ja entistä monimutkaisempia rakenteita. Monimutkaistuvat rakenteet saavat yhä uusia ominaisuuksia. Jos näiden omi-

naisuuksien syntyä on mahdotonta ennakoida tai selittää tarkastelemalla pelkääntään yksinkertaisempia rakenteita joista ne ovat muotoutuneet, puhutaan emergenssistä.

Heikolla emergenssillä olen tässä työssä Philip Claytonia seuraten tarkoittanut emergenssiä, jossa ennakoimattomuus tai selittämättömyys on vain tiedon mahdollisuuksiin liittyvä episteeminen kysymys. Vaikka jonkin ominaisuuden syntyä ei teoriassakaan pystyisi ennustamaan kehityksessä sitä edeltävistä rakenteista, se johtuu vain esimerkiksi matematiikkaan liittyvistä rajoitteista tai äärellisestä tiedon tallennuskapasiteetista. Kausaalista vaikutusta on vain fysikaalisten alkeishiukkasten välillä. Muut kausaaliset vaikutukset ovat palautettavissa alkeishiukkasten vuorovaikutukseen.

Vahvalla emergenssillä olen tarkoittanut emergenssiä, jossa uudet emergoituneet ominaisuudet antavat kompleksiselle rakenteelle sellaista itsenäistä kausaalista voimaa, joka ylittää sen osasten kausaaliset vaikutukset. Tätä kutsutaan alaspäin -kausaalisuudeksi. Kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa ja voi vaikuttaa osiinsa tavalla, joka ei ole palautettavissa osasten keskinäiseen vuorovaikutukseen. Uusia ominaisuuksien voidaan katsoa erovavan ontologisesti yksinkertaisempien rakenteiden ominaisuuksista. Siksi puhutaan myös ontologisesta emergenssistä. Philip Claytonin kannattamassa emergenssin vahvimmassa muodossa emergenttien ominaisuuksien tulee lisäksi olla riippumattomia fysikaalisesta perustastaan siten, että samasta fyysisestä rakenteesta voi emergoitua erilaisia uusia ominaisuuksia. Kehityksellä olisi siis aidosti vaihtoehtoja. Vahva emergenssi ei enää ole yksinomaan luonnontieteen sisäinen käsite, ja teoria on luonteeltaan metafyyminen.

Philip Clayton korostaa emergenssitason käsitteen merkitystä kokonaisuuden hahmottamisessa. Maailmankaikkeudessa on nähtävissä toisiinsa käsitteellisesti palautumattomia todellisuuden tasoja. Ylemmät tasot ovat emergoituneet alemmista kehityksen kuluessa. Tällaisia tasojen välisiä siirtymiä ovat esimerkiksi siirtymät eri luonnontieteiden välillä. Biologia on emergenttiä fysiikkaan ja kemiaan nähden, psykologia puolestaan emergenttiä kaikkiin kolmeen edellä mainittuun nähden. Kun systeemin kompleksisuus kasvaa riittävästi – kun esimerkiksi biologiset eliöt kehittyvät riittävän pitkään monimutkaisempaan suuntaan – se väistämättä johtaa uuden emergenssitason syntyyn. Claytonin tavoitteena on erityisesti ollut luoda luonnontieteellisen tietämyksen ja luonnontieteen periaatteiden kanssa yhteensopiva teoria emergenssistä.

Clayton luettelee luonnontieteen piiristä joukon esimerkkejä, joiden hän katsoo todistavan heikon emergenssin esiintymisen ja uskoo ainakin joidenkin edustavan vahvaa emergenssiä. Esimerkkien tarkempi analyysi jää kuitenkin puutteelliseksi. Luvussa kolme tarkastelen ennakoimattomuutta fysiikassa. Tässä valossa Claytonin mainitsemat luonnonilmiöt voivat hyvinkin olla esimerkkejä heikosta emergenssistä, mutta yhtäkään niistä ei ainakaan kiistattomasti voi pitää todistena vahvasta emergenssistä. Kaaosteoria ja kompleksisuuden tutkimus ovat osoittaneet, että maailmankaikkeudessa on prosesseja joiden etenemistä on teoriassakin mahdotonta ennakoida. Näissä prosesseissa syntyy myös rakenteita, joiden voi ainakin tietyin varauksin sanoa olevan uusia ominaisuuksia. Heikkoa emergenssiä voi siis pitää luonnontieteellisenä tosiasiana. Tässä yhteydessä on syytä pitää mielessä, että *ominaisuus* ei ole luonnontieteen käsite, vaan liittyy ihmisen subjektiiviseen tapaan hahmottaa maailmaa.

Moderni fysiikka ja erityisesti kvanttimekaniikka on osoittanut, että todellisuus taipuu vain tietyin rajoituksin kuvailtavaksi klassisen fysiikan käsitteistössä, johon käsityskykymme on väistämättä sidottu. Havaitsemisen väistämätön vaikutus havainnon kohteen käyttäytymiseen muistuttaa, että tämän maailman osina emme voi saavuttaa täysin ulkopuolista näkökulmaa sen ilmiöihin. Vaikka kvanttifysiikka sallii järjenvastaisilta tuntuvia tapahtumia, sen matemaattinen muotoilu on ristiriidaton. Asemamme osana luontoa määrää rajat sille mitä voimme mielesämme kuvitella, mutta esimerkiksi matematiikan keinoin pystymme näitä rajoja kuitenkin venyttämään. Kvanttifysiikasta kumpuavat filosofiset huomiot todellisuuden luonteesta ja asemastamme osana sitä on syytä ottaa huomioon myös emergenssistä puhuttaessa, vaikka en olekaan pyrkinyt niitä tässä työssä tarkemmin analysoimaan. Toisaalta kvanttifysiikan epädeterministisyys saattaa tarjota yhden näkökulman tarkastella ja arvioida emergenssiä.

Neljännessä luvussa olen tarkastellut Claytonin emergenssiteorian teologisia ulottuvuuksia. Clayton toteaa, että hänen emergenssiteoriaansa voi tarkastella puhtaasti naturalistisena teoriana, mutta katsoo, että se saattaa olla paremmin sovitettavissa teistiseen kontekstiin. Claytonin keskeisin argumentti naturalistista tulkintaa vastaan on ihmisen kyky muodostaa tosia uskomuksia ja hankkia luotettavaa tietoa maailmasta. Onkin ehkä perusteltua väittää, etteivät evoluutioteoria ja luonnonvalinta yksin voi selittää näitä kykyjä. Tarkempaa perustelua kuitenkin vaatisi, miksi vahva emergenssi ei ole riittävä selitys, jos se muuten riittää selittämään kaikki uudet ominaisuudet.

Claytonin ajattelussa Jumala on maailmankaikkeuden alullepanija, joka loi emergenssin yhdeksi luomisen välineeksi. Hän säätö alkuasetukset niin, että rationaaliseen ajatteluun kykenevän olennon kehittyminen oli vähintään todennäköistä. Kehityksen täsmälliset yksityiskohdat eivät kuitenkaan ole hänen hallussaan. Claytonin Jumala ei ole kaikkivaltias fyysikaalisiin tapahtumiin nähden. Todellisuuden korkein emergenssitaso on ihmisen persoona, jonka kanssa Jumala voi olla vuorovaikutuksessa kokonaisvaltaisesti. Tämä jättää teoriaan lievän vivahteen dualismia, jota Clayton pyrki ensin kaikin tavoin välttämään. Toisaalta tinkiminen Jumalan kaikkivaltiudesta fyysiseen maailmaan nähden tekee siitä ainakin kristityille vaikeasti hyväksyttävän. Teoria sellaisenaan tulee tuskin olemaan käänteentekevä sen enempää luonnontieteessä kuin teologiassakaan. Monet Claytonin esittämät näkökohdat ovat kuitenkin huomionarvoisia.

Lähteet ja kirjallisuus

Lähteet ja apuneuvot

Clayton, Philip

2004 Mind and Emergence. From Quantum to Consciousness.
New York: Oxford University Press Inc.

Hurme, Raija & Pesonen, Maritta & Syväoja, Olli

1990 Englanti-Suomi-suursanakirja. Porvoo: WSOY.

Salonen, Toivo

2008 Filosofian sanat ja konseptit. 4. uudistettu painos. Rovaniemi: Lapin yliopistokustannus.

Kirjallisuus

von Baeyer, Hans Christian

1993 Kesytetty atomi. Kun mikromaailma muuttuu näkyväksi. Suom. Kimmo Pietiläinen. Art House.

Beiser, Arthur

1995 Concepts of Modern Physics. 5th ed. New York: McGraw-Hill, Inc.

Benson, Harris

1991 University Physics. New York: John Willey & Sons, Inc.

Chalmers, A.F.

1994 What is this thing called Science? An assessment of the nature and status of science and it's methods. 2nd ed. Indianapolis: Hackett Publishing Company.

Ellis, George F. R.

2006 Physics, Complexity, and The Science-Religion Debate. – The Oxford Handbook of Religion and Science. Ed. by Philip Clayton and Zachary Simpson (associate editor). Oxford University Press. 751–766.

Enqvist, Kari

1998 Olemisen porteilla. Helsinki: WSOY.

Gillett, Carl

2006 Hidden Battles over Emergence. – The Oxford Handbook of Religion and Science. Ed. by Philip Clayton and Zachary Simpson (associate editor). Oxford University Press. 801–818.

Gregersen, Niels Henrik

2006 Emergence and Complexity. – The Oxford Handbook of Religion and Science. Ed. by Philip Clayton and Zachary Simpson (associate editor). Oxford University Press. 767–783.

- Gribbin, John
2005 Syvä yksinkertaisuus. Kaaos, kompleksisuus ja elämän synty. Suom. Arja Hokkanen. Ursan julkaisuja 95. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.
- Heisenberg, Werner
1958 Fysiikka ja filosofia. Suom. Risto Vilkkö. Helsinki: Art house.
- Kallio-Tamminen, Tarja
2006 Kvanttilainen todellisuus. Fysiikka ja filosofia maailmankuvan muovaajina. Helsinki: Yliopistopainokustannus.
- Kauffman, Stuart A.
2008 Pyhän uudelleen keksiminen. Uusi näkemys luonnontieteestä, järjestä ja uskonnosta. Suom. Kimmo Pietiläinen. Helsinki: Terra Cognita.
- Koskinen, Hannu & Vainio, Rami
2010 Klassinen mekaniikka. Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos.
- Nagel, Thomas
1986 The View from Nowhere. Oxford University Press.
- Näreaho, Leo
2010 Tiede, uskonto ja tietoisuus. Filosofista rajankäyntiä. Suomen teologisen kirjallisuusseuran julkaisuja 265. Helsinki.
- O'Connor, Timothy
2008 Theism and Ultimate Explanation. The Necessary Shape of Contingency. Blackwell Publishing.
- O'Connor, Timothy & Hong Yu Wong
2005 The Metaphysics Of Emergence –
[<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.127.6965&rep=rep1&type=pdf>] Viitattu 17.5.2011.
2006 Emergent properties – Stanford Encyclopedia of Philosophy.
[<http://plato.stanford.edu/entries/properties-emergent/>] Viitattu 4.4.2011.
- Peacocke, Arthur
1995 God's Interaction with The World: The implications of deterministic 'chaos' and models from 'whole-part' constraints and personal agency. – Studies in Science and Theology. Volume 3: The Concept of Nature in Science and Theology, Part I. Ed. by Niels H. Gregersen, Michael W.S. Parsons and Christoph Wassermann. Genova: Labor et Fides, S.A.
- Pihlström, Sami
2000 Kieli, emergenssi ja ontologia. – Emergencsin kielelliset kasvot. Toim. Urho Määttä, Tommi Nieminen ja Pekka Pälli. Folia fennistica & linguistica 24. Tampereen yliopiston suomen kielen ja yleisen kielitieteen laitos. 1–15.
2006 Fysikalismin sokea piste. Tieteessä tapahtuu 2/23. 26–31.
[<http://www.tieteessatapahtuu.fi/0206/pihlstrom.pdf>] Viitattu 17.8.2011.

- 2010 Uskonto ja elämän merkitys. Suomen teologisen kirjallisuusseuran julkaisuja 267. Helsinki.
- Polkinghorne, John
1994 Science and Christian Belief – Theological Reflections of a Bottom-Up Thinker. 4th impression. Great Britain: The Society for Promoting Christian Knowledge.
- Saarinen, Esa
1985 Länsimaisen filosofian historia huipulta huipulle Sokrateesta Marxiin. Helsinki: WSOY.
- Silberstein Michael
2006 Emergence, Theology, and The Manifest Image – The Oxford Handbook of Religion and Science. Ed. by Philip Clayton and Zachary Simpson (associate editor). Oxford University Press. 784–800.
- Walborn, S. P. & Terra Cunha, M. O. & Pádua S. & Monken C. H.
2002 Double-slit quantum eraser – Physical Review A, Volume 65, 033818. [<http://grad.physics.sunysb.edu/~amarch/Walborn.pdf>] Viitattu 19.8.2011.