

# Psykofyysisen ongelman pidennetty versio

■ Ahti Lampinen

Yritän tässä kirjoituksessa selvittää, voiko evoluution huomioon ottaminen valaista psykofyysisistä ongelmaa eli kysymystä, miten esimerkiksi aivofysiologia ja mielentilat eli fysikaalisten ja psyykkisten toimintojen taso kytkeytyvät toisiinsa. Lähtökohdaksi otan Howard Patteen esittämän käsityksen, että on luultavasti mahdotonta ylittää yhdellä hypyllä siirtymä, johon biologiselta evoluutiolta on kulunut miljardeja vuosia. Jollakin tavalla kuvaan on saatava mukaan se, että siirtymä fysikaalisten prosessien tasolta ihmisen psyykkisiin toimintoihin on tapahtunut vaihteittain valtaviin aikakausien kuluessa.

Esittämässäni skenaariossa evoluutio tarkoittaa ennen kaikkea yhä uusien luokitteluiden ja hierarkioiden syntyä. Itse asiassa vasta niiden avulla voi ylipäänsä syntyä erillisiä systeemejä ja niille ympäristöjä. Jotta voidaan puhua ympäristöstään jossakin määrin erillään olevasta systeemistä, on edellytettävä, että systeemi ei ole täysin ympäristönsä vallassa; toisin sanoen, että kaikki mitä systeemin ympäristössä tapahtuu, ei vaikuta siihen. Systeemi pystyy silloin jollakin tavalla luokittelemaan ympäristöään. Ympäristössä on silloin tapahtumia, jotka vaikuttavat siihen, ja tapahtumia, jotka eivät vaikuta. Mitä kehittyneemmästä systeemistä on kysymys, sitä laajempi tällaisten rajoitusten ja luokittelujen taso on. Jos voidaan jossakin mielessä puhua evoluution etenemisestä, se käsittääkseni tarkoittaa juuri tällaisten rajoitusten, luokitteluiden ja niiden hierarkioiden kehittymistä.

## Fysikaalisesta biologiseen

Skenaario voidaan aloittaa fysikaalisesta kvanttiteorian kuvaamasta todellisuudesta. Kvanttiteoria viittaa siihen, että todellisuuden perustaso on jonkinlainen ”flux”, jakamaton kokonaisuus,

jossa kaikki vaikuttaa kaikkeen (Bohm 1989, 161–162). Kvanttiteorian kuvaamalla tasolla, siis alkeishiukkasten ja atomien tasolla, tämä näkyy muun muassa superpositioilmiönä ja EPR-paradoksissa kuvattuna epälokaalisuutena. Tällä tasolla ei ole sellaista pysyvyyttä ja jatkuvuutta, että esimerkiksi mittausten tekeminen siellä olisi mahdollista. Mittaus joudutaan aina tekemään käyttämällä niin sanotun klassisen tason laitteita, joissa esimerkiksi mittaustulosten rekisteröinti on mahdollista. Toistaiseksi ratkaisematon kysymys on, miten siirtymä kvanttiteorian kuvaamalta tasolta klassiselle tasolle itse asiassa tapahtuu. Kvanttiteoriassa tämä tunnetaan mittausingelmana, mutta yleistettynä kysymys on itse asiassa siitä, kuinka tasolta, jossa ei ole mitään erillisiä ja pysyviä oliota, ylipäänsä voidaan päästä tälle meidän arkielämän tasollemme, jossa on niin paljon erillisyyttä ja pysyvyyttä, että tuottaa suuria vaikeuksia kuvitella, mitä tuollainen ”flux” itse asiassa tarkoittaa.

Tältä oletetulta perustasolta yritän edetä joidenkin vaiheiden kautta, jotta syntyisi edes jonkinlainen käsitys kuljettavan matkan pituudesta. Aluksi selvitän fysikaalisen systeemin ja orgaanisen systeemin eroa. Tätä voidaan lähteä tarkastelemaan fysikaalisen systeemin mittauksesta. Tässä tarkastelussa ei ole merkitystä sillä, onko kohteena kvanttitaso vai klassisen tason objekti. Mittauksen arkkityyppinä voidaan pitää Galileon tekemää vierintäkoetta, jossa kuulia laitetaan vierimään pitkin kaltevaa tasoa. Vaihtelemalla kaltevuuskulmaa saadaan mittaustuloksina erilaisia vierintämatkoja. Kaltevuuskulma edustaa tässä mittauksen alku- ja reunaehtoja ja vierintämatka mittaustuloksia. On oleellista, että fysikaalisessa mittauksessa kokeen tekijä asettaa alku- ja reunaehdot ja rekisteröi mittaustulokset.

Organisen systeemin ymmärtäminen täs-

tä lähtökohdasta edellyttää, että sekä alku- ja reunaehtojen asettaminen että mittaustulosten rekisteröiminen tulkitaan orgaanisen systeemin sisäiseksi toiminnaksi. Vaikka orgaanisessa systeemissä ei tietenkään ole ”pieniä fyysikoita” asettamassa alku- ja reunaehtoja ja rekisteröimässä mittaustuloksia, niin itse asiassa juuri tällainen karikatyyri kertoo jotakin olennaista fysikaalisten ja biologisten systeemien erosta. Orgaaninen systeemi ei ole vain joukko fysikaalisia systeemejä, vaan se on pikemminkin joukko toisiinsa kytkettyjä mittaustapahtumia, joissa esimerkiksi jonkin mittauksen tuloksesta tulee jonkin toisen mittauksen alkuarvo. Kysymys on hyvin monimutkaisten organisaatiokaavioiden toteuttamisesta. Michael Polanyi lienee ensimmäisiä, joka kiinnitti tähän huomiota (Polanyi 1968). Sittenkin tästä ovat kirjoittaneet muun muassa Howard Pattee ja Berndt-Olaf Küppers.

Geneillä on tässä keskeinen asema. Küppersin mukaan niitä voidaan pitää primaarisena reunaehtona, tietynlaisena rakennuspiirustuksena tai toimintasuunnitelmana, joka ohjaa organismin rakentumista ja toimintaa (Küppers 1992, 250). Geenit vaativat kuitenkin toimiakseen jonkin ympäristön. Tämä pätee jo solutasolla proteiinien muodostumisessa. Jotta proteiinien rakentuminen onnistuu DNA:ssa olevan ”kirjoituksen” mukaan, sen on tapahduttava aivan määrättyssä ympäristössä, tietyissä olosuhteissa. Jacques Modod toteaa, että geneettinen määräytymismekanismi määrittää suoraan ja yksikäsitteisesti proteiinin primaarirakenteen, joka on tietty polypeptidiketju. Tämän jälkeen polypeptidiketju poimuttuu toiminnalliseksi, pallomaiseksi rakenteeksi. Periaatteessa poimuttumisvaihtoehtoja on tuhansia. Se, että näistä vaihtoehtoista toteutuu juuri oikea, perustuu siihen, että poimuttuminen tapahtuu täysin määrättyissä olosuhteissa, joita ovat esimerkiksi vesiliuos ja tietyt ahtaat lämpötila- ja ioniväkevyyssrajat. Monodin mukaan juuri nämä olosuhteet määräävät yksiselitteisen tulkinnan alun perin osittain moniselitteiselle viestille (Monod 1984, 101–105).

Yleisesti tulkinta voi kuitenkin olla erilainen eri ympäristöissä. Ympäristö on myös monita-

soinen, alkaen geenien välittömästä ympäristöstä solussa ja päätyen organismin ulkopuoliseen ympäristöön, johon ihmisen tapauksessa kuuluu myös kulttuuri (Haila 2000). Kokonaisen organismin rakentuminen yksilönkehityksessä riippuu geenien ja ympäristön yhteistyöstä siten, että erilaisissa ympäristöissä organismi voi kehittyä jossakin määrin eri tavoilla.

Kun tarkastellaan organismin toimintaa, voidaan todeta, että vaikka ympäristö objektiivisesti katsoen olisi sama esimerkiksi eri eliölajien yksilöille, ne ympäristön osat tai ominaisuudet, joilla on yksilöille merkitystä, eivät välttämättä ole samat. Tätä voidaan luonnehtia Petter Portinin tavoin aktiivisen ympäristön käsitteellä: ”Esimerkiksi kivet eivät kuulu peipon aktiiviseen ympäristöön, mutta puut kuuluvat monesakin suhteessa. Ruohonkorret eivät kuulu tikkojen aktiiviseen ympäristöön, mutta lahopuut kuuluvat. Yliopiston kirjasto kuuluu minun, mutta ei jokamiehen aktiiviseen ympäristöön” (Portin 1989, 114). Kysymys on ympäristön luokittelusta. Organismit ovat siis kehityksessään ja toiminnassaan monella tavalla riippuvaisia ympäristöstään, mutta organismeista itsestään useissa tapauksissa riippuu, mitkä seikat ympäristössä ovat sellaisia, jotka niihin vaikuttavat, ja minkälainen tämä vaikutus on.

## Biologinen evoluutio

Evoluutiossa ympäristö puolestaan toimii epäsuorasti uudenlaisen geneettisen informaation luoja. Tätä voidaan tarkastella lähtien Darwinin teoriasta. Darwinin mukaan lajien kehitys perustuu siihen, että pienet suuntaamattomat muuntelut yhdessä luonnon valinnan kanssa pitkien geologisten aikojen kuluessa aiheuttavat lajien muuttumisen. Muuntelut eivät sinänsä vie evoluutiota tiettyyn suuntaan, vaan sen tekee valinta, joka kohdistuu pääasiassa organismeihin. Pienen pienet erot organismien välillä johtavat siihen, että ominaisuudet, jotka ovat jollakin, usein vähäisellä tavalla edullisemmat kuin toiset, yleistyvät. Ennen pitkää tämä voi johtaa kokonaan uuden lajin syntymiseen. Tämä tarkoittaa sopeutumisen korostamista, näkökulmaa, jossa tarkastellaan organismien sopi-

mista yhä paremmin ympäristöihinsä. Periaatteessa tätä voidaan kuvata niin, että ympäristöstä ”iskostuu informaatiota” organismeihin (Lorenz 1977, 17). Tietyissä mielessä esimerkiksi hevosenkaviot kuvaavat maaperän, kalan evät veden ja linnun siivet ilman ominaisuuksia.

Darwin oli hyvin perillä myös erilaisten rakenteellisten tekijöiden merkityksestä, mutta hän asetti etusijalle sopeutumisen eli ”olemassaolon ehtojen lain” (Darwin 1998, 158). On kuitenkin esitetty käsityksiä, että Darwinin teoriaa on tässä suhteessa jossakin määrin tarkennettava tai laajennettava. Esimerkiksi Marjorie Grene on kiinnittänyt huomiota siihen, että ”typologian” inhossaan darvinistit näyttävät kieltävän muodon olemassaolon. Hänen mukaansa vähäistenkin muunnelmien, joihin valinta kohdistuu, täytyy olla muunnelmia jostakin piirteestä, ominaisuudesta tai käyttäytymisestä (Grene 1998, 94). Darwinin teorian luoma kuva orgaanisesta todellisuudesta muistuttaa itse asiassa jossakin määrin sitä kuvaa, jonka kvanttiteoria antaa todellisuuden perustasosta: ”Kaikki vaikuttaa kaikkeen, ja kaikki on muuttuvaa.” Kuitenkaan elollisessa luonnossa kaikki ei vaikuta kaikkeen eikä kaikki muutu. Päinvastoin näyttää siltä, että suurtenkin ympäristön muutosten keskellä useimmat organismit muuttuvat yllättävän vähän. Muutoksen sijasta vallitseva näyttää olevan pysyvyys, ”stasis” (Gould 2002, 874–885).

Voidaan jopa sanoa, että evoluutio itse asiassa tarkoittaa liikettä pois päin tilasta, jossa ”kaikki vaikuttaa kaikkeen”. Elollisen luonnon eri tasoilla on ilmeisesti huomattavasti enemmän ”rakennetta” kuin Darwinin alkuperäisessä teoriassa esitetään. Toisin sanoen on paljon sellaista, joka ei muutu.

Ennen kaikkea on otettava lukuun ne rajoitukset, jotka kohdistuvat monimutkaisissa eliöissä sellaisen uudenlaisen geneettisen informaation syntyyn, jonka ohjauksessa voi syntyä uudenlaisia elinkelpoisia organismeja. Olemassa oleva hierarkkisesti rakentunut geneettinen informaatio rajoittaa nimittäin ankaralla tavalla niitä mahdollisia väyliä, joita evoluutio voi kulkea. Käytännössä tämä johtuu siitä, että monimutkaisissa organismeissa yksilönkehityksen

varhaisten vaiheiden muutokset yleensä johtavat kuolemaan (Gould & Lewontin 1979, 594). Tästä muun muassa seuraa, että elollisen luonnon ”muotoavaruus” on hyvin epätasaisesti asutettu. Olemassa olevista organismeista ei voi kehittyä minkä tahansa muotoisia uudenlaisia organismeja. Muutokset eivät yleensä koske esimerkiksi sitä aluetta, jossa organismin perustava ruumiinrakenne määräytyy. Näyttää esimerkiksi siltä, että kalojen evien ja nelirajajaisien selkärankaisten raajojen kehitys noudattaa varhaisvaiheessaan samanlaista kehitysohjelmaa, vaikka näiden eläinten yhteistä esimuotoa on etsittävä evoluutiohistoriasta satojen miljoonien vuosien takaa (Coates & Cohn 1998).

On lisäksi syytä muistaa, että koska tässä tarkastelussa tähtäyspisteenä on ihminen, joudutaan itse asiassa tarkastelemaan elollisen luonnon kokonaisuutta ajatellen hyvin kapeaa käytävää sen reuna-alueella. Kuten Stephen Jay Gould on todennut, enemmistön eliöistä muodostavat edelleen bakteerit niin kuin jo prekambriisella kaudella, joten elollisen luonnon kokonaisuudessa ”edistys” on marginaalinen ilmiö (Gould 2002, 897–898). Tälle käytävälle joka tapauksessa on ominaista yhä mutkikkaampien ja monitasoisempien rakenteiden ja toimintojen kehittyminen. Tämä tarkoittaa organismien tasolta tarkasteltuna muun muassa yhä parempaa ympäristön tapahtumien kontrollointia (Pattee 1995). Systeemit irtautuvat ympäristöstään siinä mielessä, että niillä on sen suhteen tietty riippumattomuus ja niillä voi olla tavoitteita, joiden saavuttamiseen ne voivat käyttää ympäristöään.

## **Maailmankuvalaitteet**

Kehittyneillä organismeilla ympäristöön sopeutumista ja siinä selviämistä edistävät myös ”maailmankuvalaitteet”, joiden tehtävänä on antaa eliölle hetkellistä informaatiota niiden ympäristöstä. Myös nämä rakenteet ja toiminnot ovat tulosta evoluutioprosessista. Eri eliölajeilla nämä laitteet voivat erota huomattavasti toisistaan. Tämä tarkoittaa, että eri eliölajit luokittelevat ympäristöjään hyvin eri tavoilla. Se, mitä ne ympäristössään ottavat huomioon ja mitä vaikutuksia tällä niiden

toimintaan on, poikkeaa siis eri lajeilla huomattavasti. Esimerkiksi mehiläiselle on tärkeää värin näkeminen, koska sen täytyy tunnistaa tietty kukkalaji sen väristä; hämärässä metsästäväälle kissalle värit ovat yhdentekeviä, mutta liikkeiden tarkka näkeminen on tärkeää ja niin edelleen (Lorenz 1977, 24). Myös fysiologinen tila voi vaikuttaa siihen, miten eliö havaitsee ympäristön: esimerkiksi nälkäinen näkee ympäristön eri tavalla kuin kyläinen.

Kehittyneimmillä eliöillä on maailmankulvalaitteiden toiminnassa myös tiettyjä yhteisiä piirteitä. Havainnon konstanssisuoritusten avulla havaintoon liittyviä tilapäisiä tai olosuhteista johtuvia tekijöitä eliminoidaan. Esimerkiksi esiin väriä ei havaita suoraan siitä heijastuvasta valosta vaan havaittava väri vastaa sen pinnan heijastuskerrointa. Yleisesti havainnossa pyritään löytämään ympäristöstä sellaisia invariansseja, samoina pysyviä ominaisuuksia, jotka ovat eliölle jollakin tavalla merkityksellisiä esimerkiksi ravinnon, suvunjatkamisen tai uhkatekijöiden kannalta (Greene & Depew 2004, 357).

## Minuus

Kielen ja kulttuurin synnyn myötä ihminen on vapautunut ”tässä ja nyt”-riippuvuudesta ympäristönsä. Hänelle mahdollisten aktiivisten ympäristöjen lukumäärä on rajaton, koska käytettävissä on periaatteessa kaikki se, mitä kulttuuri on synnyttänyt ja synnyttää. Lisäksi käytettävissä on muistin kautta se, mikä liittyy hänen menneisyyteensä, ja tavoitteiden, haaveiden, suunnitelmien, pelkojen, harhakuvitelmien jne. kautta se, mikä viittaa hänen tulevaisuuteensa. Tämä tarkoittaa sitä, että niiden seikkojen joukosta, jotka periaatteessa voivat olla ihmiselle merkityksellisiä, vain äärimmäisen harvat voivat tietyllä hetkellä olla sitä. Valinnan vapauden ohella voi puhua myös valinnan välttämättömyydestä.

Voidaan kysyä, miten tällainen systeemi voi pysyä koossa, miten on mahdollista, että ihminen ei murskaudu tämän merkitysten vyöryn alle. Tämä liittyy käsittääkseni olennaisesti siihen, mitä kutsutaan minuudeksi. Kun ihminen siirtyy tilanteesta toiseen, vaikkapa vain työpaikalta kotiin, tapahtuu jossakin määrin muu-

tos siinä, mitä erilaiset asiat, tapahtumat, jopa yksittäiset käsitteet hänelle merkitsevät. Voidaan ajatella, että hänellä on mielessään lukematon määrä ”pieniä konteksteja”, jotka vaihtuvat tilanteesta toiseen siirryttäessä ja jotka määrittävät nämä merkitykset kussakin tilanteessa. Kuitenkin tämän vaihtelun taustalla on suhteellisen pysyvä ”suuri konteksti”, ihmisen minuus, joka pitää hallinnassa tämän alemman tason kontekstien vaihtelun (Lampinen 2014). Se siis viime kädessä määrittää asioiden, tapahtumien ja käsitteiden merkitykset. Vaikka ihmisen kokemuksessa voi olla valtava määrä vaihtelua, enemmän kuin yhdenkään muun organismin, hänellä on kuitenkin yksilöllinen pysyvyys.

Minuuden pysyvyyttä voidaan tarkastella monella tavalla. Esitän tässä vain kaksi esimerkkiä, joista ensimmäinen liittyy havaintotoimintaan ja toinen kielenkäyttöön. Kun havaitsemme esimerkiksi puun, näemme sen rungon ”sellaisena kuin se on”, muun muassa sylinterimäisenä ja täyteläisenä, emme esimerkiksi korkeana ylöspäin kapenevana levynä, jollaisena se ärsykkeiden perusteella aivan yhtä lailla meille saattaisi näyttäytyä. Voi sanoa yleisesti, että havainnossa on mukana taustaoletuksia, jotka vaikuttavat siihen, minkälainen havainto kokonaisuudessaan on. Havaintotoiminta on jatkuvassa vuorovaikutuksessa sellaisen suhteellisen pysyvän taustan kanssa, johon jokainen havainto sijoittuu ja jossa se saa merkityksensä.

Tähän taustaan sisältyy paljon ihmislajin evoluution myötä kehittyntä ja ympäröivän kulttuurin synnyttämää, mutta myös yksilöllisen oppimisen kautta omaksuttua, vain yksilölle itselleen kuuluvaa. On ilmeistä, että tämän taustan rakentuminen alkaa jo vastasyntyneenä ja että tällä on kiinteä yhteys minuuden muodostumiseen (Gibson & Pick 2000, 133). Vuorovaikutus havainnon ja tämän taustan välillä tarkoittaa myös sitä, että kun havainto ”sopii” taustaan, tausta saa samalla vahvistuksen. Jos näin ei käy, syntyy tarve muuttaa taustaa tai todennäköisemmin tarve jollakin tavalla ohittaa tai mitätöidä havainto.

Vastaavanlainen pysyvä tausta toimii myös kielenkäytössä. Edellä jo todettiin, että kieli

irrottaa ihmisen riippuvuudesta tiettyyn aikaan ja paikkaan. Kuitenkin kielen käyttäminen – puhuminen, kuunteleminen, kirjoittaminen, lukeminen ja myös ajattelu – edellyttää jotakin kytkeä. Se edellyttää käsitteiden ja niiden kokonaisuuksien liittämistä johonkin kontekstiin. Vasta tuo kytkeä antaa käsitteille ja niiden yhdistelmille merkityksen. Sama käsite voi eri tilanteissa ja yhteyksissä merkitä aivan eri asioita. Kuitenkin se, miten nämä sanan eri merkitykset kytkeytyvät eri konteksteihin, pysyy samana. Siksi tiedämme yleensä välittömästi, mitä jokin sana jossakin yksittäisessä tilanteessa tarkoittaa ja pystymme valitsemaan esimerkiksi puhuessamme käsitteet siten, että saamme esitettyä sen mitä haluamme. Tämä on juuri tuon pysyvän taustan toimintaa.

Siitä, että havaintotoiminta ja kielenkäyttö kytkeytyvät kiinteästi minuuden pysyvyyteen, kertovat myös näiden toimintojen häiriöt. Tiedetään esimerkiksi, että sellaisessa häiriössä kuin skitsofreniassa juuri näissä kyvyissä esiintyy usein vakavia puutteita ja että näihin häiriöihin yleensä myös liittyy minuuden tunteen puuttuminen. (Vilkko-Riihelä 1999, 602–603).

Mitä edellä esitetyn perusteella voidaan sanoa psykofyysisestä ongelmasta? Kun ihmisellä on esimerkiksi jokin mielikuva, hänellä on epäilemättä aivoissaan tuolla hetkellä tietty fyysikaalinen tila. Kuitenkaan tuo fyysikaalisen tason toiminta ei vielä tuolla tasolla ole mitään ihmisen minuuden kannalta merkittävää, kuten ei DNA:n fyysikaalinen tila ole sinänsä solun kannalta merkittävää. Merkitys ei siis löydy tuosta fyysikaalisen tason tapahtumasta. Vasta kun se asettuu johonkin sopivaan yhteyteen, tällainen merkitys voi syntyä. Tämä edellyttää kuitenkin kokonaista kontekstien hierarkiaa. Tämä on osittain syntynyt evoluution kuluessa, mutta osittain myös yksilöllisen oppimisen avulla, ja lähes aina mukana on myös jokin senhetkinen ympäristön tilanne. Jotta tästä monikerroksesta prosessista voi syntyä kokemus, toimintaa täytyy olla ohjaamassa ihmisen pysyvä minuus.

## Lähteet

Bohm, David (1989) *Quantum Theory*. Dover Publications.

- New York. Alkuteos 1951.
- Coates, Michael I. & Cohn, Martin J. (1998) Fins, limbs, and tails: outgrowths and axial patterning in vertebrate evolution. *BioEssays*, vol. 20, 371–381.
- Darwin, Charles (1998) *The Origin of Species*. Wordsworth Editions. Alkuteos 1859.
- Gibson, Eleanor J. & Pick, Anne D. (2000) *An Ecological Approach to Perceptual Learning and Development*. Oxford University Press.
- Gould, Stephen Jay (2002) *The Structure of Evolutionary theory*. The Belknap Press of Harvard University. Cambridge, MA, Lontoo.
- Gould, Stephen J. & Lewontin, Richard C. (1979) The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London B* 205, 1979, 581–598.
- Grene, Marjorie (1998) Onko evoluutio tienhaarassa? Teoksessa Sintonen, Matti (toim.) *Biologian filosofian näkökulmia*. Gaudeamus. Helsinki. Alkuper. artikkeli Is evolution at a crossroads? teoksessa Hecht, Max K. & Wallace, Bruce & MacIntyre, J. (toim.): *Evolutionary Biology*, Vol. 24. The Plenum Press, New York, Lontoo, 1988. Artikkelin suomentanut Seija Sirén.
- Grene, Marjorie & Depew, David (2004) *The Philosophy of Biology. An Episodic History*. Cambridge University Press.
- Haila, Yrjö (2000) Käyttäytyminen: Sisäisten ja ulkoisten tekijöiden erottaminen mielivaltaista. *Tieteessä tapahtuu* 2/2000.
- Küppers, Berndt-Olaf (1992) Understanding complexity. Teoksessa Beckermann, A., Flohre, H. ja Kim, J. (toim): *Emergence or Reduction?: essays on the prospects of non-reductive physicalism*. de Gruyter. Berliini.
- Lampinen, Ahti (2014) ”Suuri konteksti” – havaintojen, toimintojen ja kielenkäytön pysyvä tausta. *Tieteessä tapahtuu* 5/2014.
- Lorenz, Konrad (1977) *Peilin kääntöpuoli. Tutkielma inhimillisen tiedon luonnonhistoriasta*. Tammi. Helsinki. Alkuteos *Die Rückseite des Spiegels: Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens*, 1973, suom. Anto Leikola.
- Monod, Jacques (1984) *Sattuma ja välttämättömyys*. WSOY. Alkuteos *Le Hasard et la Nécessité*, 1970, suom. Anto Leikola.
- Pattee, Howard (1971) Can life explain quantum mechanics? Teoksessa Bastin, Ted (toim.) *Quantum Theory and Beyond. Essays and Discussions arising from a Colloquium*. Cambridge University Press.
- Pattee, Howard (1995) Evolving self-reference: matter, symbols, and semantic closure. *Communication and Cognition – Artificial Intelligence*, Vol. 12, Nos. 1–2. Special issue: Self-reference in biological and cognitive systems, toim. Luis Rocha, 1995, 9–27.
- Polanyi, Michael (1968) Life's irreducible structure. *Science* 160, 1968, 1308–1312.
- Portin, Petter (1988) Kelpoisuuskäsitteet, yksilönkehitys ja sosiobiologia. Teoksessa Haukioja, Erkki & Jormalainen, Veijo & Portin, Petter (toim.): *Evoluutioteoria ja sosiobiologia*. Turun yliopiston biologian laitoksen julkaisuja n:o 13. Turku.
- Vilkko-Riihelä, Anneli (1999) *Psykye. Psykologian sanakirja*. WSOY.

**Kirjoittaja on filosofian tohtori.**