

Miksi keksimisen ja luovuuden käsitteellistämistä ei kannata hylätä?

Sami Paavola

Nykyään elää edelleen vahvana ajatus, että keksimistä ja luovuutta ei voi perustaltaan selittää tai ymmärtää vaan niissä on kyse ennakoimattomista asioista, neroudesta, synnynnäisistä lahjoista ja sattumista. Filosofian ja metodologian mallit 1900-luvulla tukivat vahvasti tätä näkemystä. Aivan vastakkaista kantaa edustavat pyrkimykset luoda malleja, joilla pyritään simuloimaan keksimisen prosesseja tai löytämään ”keksimisen logiikoita”.

Nykyään on kova paine ymmärtää luovuutta ja innovatiivisuutta sen eri ilmenemismuodoissa. Keksimisen ja luovuuden alueita voidaan tavoittaa myös filosofian käsittein, kunhan tähän liittyviä malleja kehitetään eteenpäin, vaikka tavoitteena ei olisikaan keksimisen automatiikat. Ihmisen ”abduktivistisessa” uuden hakemisessa yhdistyvät päämääriin pyrkiminen ja sattumat. Tällainen malli keksimisestä tulee lähelle evolutiivista mallia, mutta myös eroaa siitä olennaisilta osiltaan.

Keksimisen ja luovuuden aluetta verhoavat edelleen monenlaiset mysteerit. Onko keksiminen ja luovuus jotain sellaista, jota ei voi käsitteellisesti ymmärtää [1]? Jos olisi jokin *menetelmä* tehdä uutta, eikö se tarkoittaisi, että tulos ei olisi aidosti luova tai uusi. Eikö luovuutta kuvaa kuuluisa lausahdus, jonka jazzmuusikko Humphrey Lytteltonin väitetään esittäneen, kun häneltä kysyttiin, mihin jazz on menossa: ”Jos tietäisin mihin jazz on menossa, olisin jo siellä” [2]. Tuntuu siltä, että aidosti uusi on olemuksellisesti jotain sellaista, joka rikkoo olemassa olevan, ja myös sen, mitä olemme voineet odottaa ja ennakoida. Klassinen Menon-paradoksi esittää tämän saman asian yleisemmin tutkimuksen tekemisen paradoksaalisuutena – miten ylipäänsä voi lähteä tutkimaan jotain sellaista, jota ei vielä ole olemassa (Platon, Menon 80d-e)?

Margaret Boden onkin todennut, että luovuus usein jopa määritellään niin, että se vai-

kuttaa lähes mahdottomalta tai ”jumalalliselta” – luomisella tarkoitetaan silloin jonkin *kokonaan* uuden synnyttämistä – siis tyhjästä, ilman edeltäjiä (Boden 2004, 11, 40). Uuden synnyttämiseen muutenkin liitetään helposti keskenään ristiriitaiselta tuntuvia aineksia. Keksiminen on sitä, että pystyy rikkomaan aiempia tapoja tehdä asioita, mutta toisaalta se edellyttää vahvaa aiemman perinteen tuntemusta; keksiminen kuvataan usein äkillisinä oivalluksina tai sattumina, mutta toisaalta se näyttää vaativan pitkäjänteisyyttä ja tarkoituksellisuutta (usein sanotaan, että se vaatii ennemminkin perspiraatiota eli hikoilua kuin inspiraatiota); keksimisessä yksilöt näyttävät olevan uuden lähde, mutta toisaalta uusi näyttää olevan tietyn kulttuurisen ajankohdan tai vuorovaikutuksen synnyttämää; keksimisen malleissa voidaan painottaa havainnoista lähtemistä tai toisaalta kaiken ”teoriapitoisuutta”. Tällaisia ”olemuksellisia jännitteitä” liittyy paljon keksimisen ja luovuuden ymmärtämiseen (ks. Paavola 2001).

1900-luvun tieteenfilosofia sopi pääosin hyvin yhteen edellä esitetyn kanssa. Usein ajateltiin, että käsitteellisillä malleilla ei voida tavoittaa itse keksimistä (ks. Laudan 1980). Esitettiin, että tiedon ja tieteen kannalta ei ole edes tärkeää, miten joku asia on keksitty – olennaista on vain se, voiko asian oikeuttaa. Karl Popperin kuuluisan tieteellistä kasvua koskevan mallin mukaan, tiede etenee arvauksilla ja arvausten tiukalla testauksella (esim. Popper 1972). Uusi syntyy tämän mukaan siten, että tietentekijät keksivät usein sattuman avustamina – tai millä tahansa muulla tavalla – uusia ideoita, joita sitten pyritään testaamaan ja kumoamaan. Popper itse vertasi mallia darwinistiseen luonnonvalinnan malliin. Popperin tieteenmallia on eri tavoin kritisoitu, mutta keksimisen suhteen useimmat 1900-luvun tieteenfilosofit näyttivät olevan samaa mieltä – ei voi olla olemassa mitään ”keksimisen logiik-

kaa”, joka kuvaisi sitä miten uusiin ideoihin on varsinaisesti päädytty. Keksiminen on aina jotain ainutkertaista, ennakoimatonta ja ihmisten erityisiin lahjoihin perustuvaa.

Myös arkiajattelu on tukenut tällaista käsitystä. Luovuus ja keksiminen yhdistyvät suuriin ”neroihin”, joilla on jokin poikkeuksellinen kyky tai lahja luoda jotain uutta. Luovuutta perustavassa mielessä ei voi oppia. Luovuuden perustana ovat – tämän mukaan – synnynnäiset kyvyt tai lahjakkuus, joka pääsee esiin luovassa toiminnassa.

Nykyajassa on kuitenkin olemassa myös suuntauksia, jotka näyttävät osoittavan hyvin toisenlaiseen suuntaan keksimisen ja luovuuden suhteen. Tekoäly ja uudet ”älykkäät” laitteet ovat nostaneet esille yhä vahvemmin ajatuksen – ainakin arkiajattelussa – että ehkä luovuutta ja keksimistä voidaan silti mallintaa koneellisesti. Monet tietokoneohjelmat näyttävät tekevän asioita, joita on pidetty ihmisille vaikeina ja älyä vaativina (kuten shakin pelaaminen). Eikö ihminenkin ole perustaltaan kone, joten miksi ei voisi olla sellaista keksimisen logiikkaa, joka auttaisi luomaan jonkinlaisia ”keksimiskoneita”?

Toisaalta myös julkisessa puheessa lähes väsymykseen saakka toistetaan, miten nykyaika vaatii luovuutta ja innovaatioita. Ollaan huolissaan, kasvattaako koulu luovia ajattelijoita tai onko oma kansakunta tai yhteisö tarpeeksi luova ja miten tätä voisi edistää. Näyttää siltä, että jos aiemmin oli tilaus tiedon vahvalle oikeuttamiselle ja toisaalta erilaisille neroille ja ”suurmiesideologialle” (vrt. *Sawyer* 2006, 259), niin nykyaikana on kova tarve ymmärtää luovuuden toimintamekanismeja ja sitä, miten luovat ratkaisut syntyvät – niin arkielämässä, työelämässä kuin perinteisillä ”luovilla” alueilla.

Abduktiivinen keksimisprosessien mallintaminen

Oman väitöskirjatutkimukseni, *On the Origin of Ideas: An Abductivist Approach to Discovery* (Paavola 2006), aihe liittyy erityisesti tieteellisten keksimisprosessien ymmärtämiseen. Kirja käsittelee Charles S. Peircen (1839–1914) alun perin jo 1860-luvulla esittämää abduktiivisen päättelyn mallia, jota hän itsekin esitti tapana, jolla uudet ”hypoteesit” eli teoriaehdokkaat ja ideat syntyvät. Peircen abduktiota ei kuitenkaan – kuten ei myöskään Peircen merkkiteoriaa – pitkään juuri huomioitu, tai jos huomioitiin, niin yleensä kritisoitiin. Peirce näytti esittävän abduktiota pait-

si päättelymallina, jossa jollain lailla yllättäville tai poikkeuksellisille ilmiöille haetaan selitysehdoikkaita, myös jonkinlaisena ihmiselle kuuluvana ”vaistona” löytää hyviä toimivia ideoita. Jos abduktion perustana on jokin tällainen epämääräinen ”vaisto” tai ”intuitio”, voiko se olla päättelyä ja selittääkö se oikeastaan keksimistä millään lailla vai onko se lopulta vain sen toteamista, että uudet ideat syntyvät jotenkin mystisesti?

Abduktiota on myös puolustettu. 1950- ja 1960-luvun taitteessa N. R. Hanson esitti ja kehitti – vastoin ajan valtavirtaa – abduktiota ”keksimisen logiikkana” eli tapana ymmärtää käsitteellisesti, miten tieteessä ideoita kehitetään (esim. *Hanson* 1958). Hansonin tulkinta abduktiosta päättelymallina ei kuitenkaan näyttänyt toimivan keksimisen logiikkana, vaan enintään ideoiden jälkikäteisarvioinnissa, sen jälkeen kun ideat on jonkin hämäräksi jäävän psykologisen prosessin tuloksena keksitty. Näin ainakin Hansonin muotoiluja monet kritisoivat – myös ns. ”keksimisen ystävät” (*friends of discovery*). Tällä yleisnimellä kutsuttiin tieteenfilosofia, jotka nostivat vahvasti 1980-luvun vaihteessa keksimisen uudelleen filosofisen keskustelun piiriin. Mutta myös ”keksimisen ystävät” suhtautuivat varauksellisesti *varsinaisen* keksimisen alueen käsittelyyn, kuten myös abduktioon keksimisen mallina.

Abduktio ja keksiminen, kuten Peircen merkkitheoria yleisemminkin, ovat vasta viime vuosikymmeninä alkaneet kiinnostaa tutkijoita enemmän [3]. Peircen tapa ymmärtää merkkejä ja logiikkaa näyttää sopivan paremmin nykyisiin 2000-luvun käsityksiin ihmisen toiminnasta kuin 1900-luvun filosofiaan tai ajatteluun.

Itse tulkitsen abduktiota ensinnäkin päättelymallina, eräänlaisena salapoliisipäättelynä, jossa vihjeiden avulla haetaan rajauksia ja hahmotelmia, jotka sopivat ratkaisemaan jonkin ongelmallisen tilanteen. Abduktion arvioinnissa ja kritiikissä ei ole riittävästi huomioitu, että abduktiivisesti ideoita haetaan sovittamalla useampia päättelyaskeleita yhteen, jolloin itsessään hyvin heikko päättelymuoto, jolla haetaan vain uskottavia mahdollisuuksia, vahvistuu. Muutenkin abduktiivinen päättely pitäisi nähdä ja arvioida osana laajempaa ideoiden hakemisprosessia eikä yksittäisenä päättelykaavana, kuten sitä aiemmin on usein arvioidu. Ihmiset ovat taitavia käyttämään hyvin hienovaraisia ja pieniä vihjeitä apunaan hakiessaan mahdollisimman ”viejättäviä” selitysehdoikkaita.

Toisaalta voidaan erottaa abduktiivinen päättely ja ns. abduktiivinen vaisto. Peircen tapa, eri-

tyisesti hänen myöhäiskirjoituksissaan, yhdistää nämä kaksi, on aiheuttanut sekaannusta. Abduktiivinen "vaisto" (eräänlainen intuitio) eroaa abduktiivisesta päättelystä siinä, että abduktiivisen vaiston perustana ovat asiat, joita ihminen ei kontrolloi samalla tavoin kuin päättelyssä. Peirce esitti itse hyviä kuvauksia siitä, miten ihminen pystyy käyttämään ongelmanratkaisun ja uuden hakemisen apuna vihjeitä, joita ei itse tiedosta tai tietoisesti havaitse. Hän esitti muun muassa elävän kuvauksen toimimisesta menestyksekkäästi salapoliisina selvittäessään erään omien tavaroidensa varkauden. Ei-tiedostetut vihjeet saattavat tosin johtaa ongelmanratkaisua joskus harhaankin, mutta ne ovat silti yksi keskeinen perusta ihmisen tavassa hakea uusia ideoita.

Kolmanneksi abduktiota voidaan tarkastella sosiaalisesti, kulttuurisesti ja materiaalisesti hajautuneen kognition osana. Jos pyritään ymmärtämään ihmisen ongelmanratkaisua aidossa ympäristössään, pitää huomioida, että ihminen ei kehitä ideoitaan vain yksin, omassa päässään, ilman mitään apuvälineitä ja puhtaasti päättelöllä tai oivaltamalla vaan olemalla ja toimimalla jossain ympäristössä, käyttämällä apunaan kulttuurisesti kehittyneitä välineitä ja tietoja ja ideoimalla asioita suhteessa muiden esittämiin käsityksiin ja ideoihin sekä kehittämällä asiaa usein hyvinkin kauan [4]. Kuvaavasti myös nykyisissä rikostarinoissa rikospaikkatutkijat ryhmineen ja kehittyneine välineineen ovat usein korvanneet yksittäiset sherlockholmesit. Peirce ei kehittänyt *abduktiota* tällaiseen suuntaan, vaikka aineksia tämänkaltaisesta ajattelusta voi nähdä Peircen muussa tavassa ymmärtää tutkimuksen tekemistä ja merkkejä. Hajautuneen kognition ideoita onkin kehitetty varsinaisesti vasta viime vuosikymmeninä, joten ei ole sinänsä ihme, että tällainen näkökulma on uusi suhteessa abduktiiviseen metodologiaan (ks. *Magnani* 2004).

Olemme omassa tutkimusryhmässämme [5] kehittäneet tähän liittyvää ns. "trialogista" näkemystä tiedonluomisesta, perustanaan erilaiset välittyneisyyttä korostavat mallit ja teoriat (ks. *Paavola & Hakkarainen* 2005). Näkökulma tässä muodossaan on vasta kehitteillä, mutta joka tapauksessa huomio kiinnittyy siihen, miten ihmiset yhdessä kehittävät välittäviä kohteita tai välineitä. Olennaista ei ole silloin pelkästään yksilöiden toiminta tai ominaisuudet, mutta ei myöskään vain ihmisten vuorovaikutus muiden ihmisten tai ympäristön kanssa, vaan se, miten ihmiset käyttävät ja muokkaavat olemassa olevia välineitä, malleja, ideoita ja teorioita kehittäessään jotain uutta ja miten tällaiset jaetut kohteet

vaikuttavat ihmisen ajatteluun ja toimintaan. Tältä kannalta luovuudessakaan ei ole keskeistä vain yksilöiden tai yhteisöjen ominaisuudet tai taidot vaan myös ne kohteet, joita kehitetään.

Ehkä onkin niin, että puhuttaessa luovuudesta pitäisi enemmän miettiä, mitkä ovat niitä asioita tai ilmiöitä, joiden suhteen tulisi olla luova ja joita tulisi kehittää eteenpäin, ei vain sitä, miten edistää yksittäisten ihmisten tai yhteisöjen luovuutta. Jos ihminen innostuu jostain tärkeistä ja kiinnostavista asioista, nämä asiat tekevät – ainakin osittain – ihmisistä luovan, ei vain niin, että luovat ihmiset tekevät näitä asioita.

Ihmisen luovan toiminnan filosofinen käsitteellistäminen

Filosofiaan kuuluu, että pyritään problematisoimaan olemassa olevia ilmiöitä tai ilmiöjoukkoja, ja käsitteellisesti ymmärtämään ja tavoittamaan näiden ilmiöiden keskeisiä piirteitä. Ei ole mitään ennalta asetettua syytä sille, miksei käsitteellisesti voisi tavoittaa myös keksimiseen tai luovuuteen liittyviä ilmiöitä, mutta tämä vaatii, että filosofian käsitteellistä välineistöä kehitetään eteenpäin suhteessa keksimisen ilmiöihin. Tämä ei poista keksimisen ja luovuuden "mysteeriä", ainakaan kokonaan. Hansonin tavoin tulkitseen abduktion tapana käsitteellisesti ymmärtää keksimisen ja ideoinnin aluetta, en jonkinlaisena "keksimiskoneena" tai laskukaavana tuottaa uusia keksintöjä.

Länsimaista kulttuuria näyttää ajavan eteenpäin pohjaton uteliaisuus ja pyrkimys selvittää kaikenlaiset mysteerit. Keksimisen prosessit eivät varmaan ole poikkeus tästä. Välttämättähän ei ole mitään takeita siitä, että jos ymmärrämme näitä prosesseja paremmin, se toisi lopulta vain hyviä asioita mukanaan. Voi hyvin olla, että pyrkimys ymmärtää ja selittää kaikkea ja tehdä uutta, on lopulta ihmisille pahasta. Joka tapauksessa abduktion kehittäminen itsessään johtaa korostamaan peri-inhimillisiä asioita ihmisen luovuuden perustana, esimerkiksi kykyä ottaa huomioon pikkuseikkoja ja vihjeitä, seurata omia tuntemuksiaan, nähdä asioiden yhteyksiä, hahmottaa laajoja ja "kauniita" kokonaisuuksia, tehdä yhteistyötä ja kehittää asioita pitkäjänteisesti.

Keksimisen ja luovuuden perustana ei ole mikään yksi ihmisen ominaisuus vaan se on varmasti aina suuri joukko asioita, jotka vielä eri osaamisen alueilla ovat erilaisia. Silti uskon, että ihmisen toiminnan taustalla on tietynlaisia

peruskykyjä, jotka selittävät ihmisen toiminnan erityislaatua.

Filosofiassa on perinteisesti pyritty paikantamaan ihmisen toiminnan luonnetta. Ihminen on erityisellä tavalla merkkejä ja merkityksiä ymmärtävä ja "intentionaalinen" olento. Intentionaalisuus tarkoittaa sitä, että ihminen osaa olla toiminnassa jollain lailla tarkoituksellinen, "pyrkimyksellinen" ja suuntautua joihinkin kohteisiin. Intentionaalisuus yhdistyy myös ihmisen kykyyn toimia päämäärähakuisesti (eli teleologisesti). Mutta lisäksi – kuten Jaakko Hintikka on painottanut – ihmisen intentionaalisuus tarkoittaa sitä, että ihminen kykenee ottamaan samanaikaisesti useita mahdollisuuksia huomioon (intentionaalisuus intensionaalisuutena) (Hintikka 1982, 72).

Uskon, että tämä on yksi hyvin keskeinen perusasia siinä, miten ihminen pystyy olemaan kulttuurinen ja sosiaalinen olento, käyttämään kieltä ja ratkaisemaan ongelmia – tai esimerkiksi ymmärtämään huumoria. Tämä on myös yksi keskeinen perusta abduktiolle eli siis kyky (ainakin periaatteessa) ottaa aina monta mahdollisuutta samanaikaisesti huomioon ja rakentaa asioita erilaisten mahdollisuuksien varaan.

Väitöskirjatutkimukseni otsikko *Ideoiden Synty* (*On the Origin of Ideas*) viittaa osaltaan *Lajien Syntyyn* eli Darwinin evoluutioteorian malliin ja sen perustalta kehitettyyn tietoteorian sovellukseen, evolutionääriiseen epistemologiaan. Luonnonvalinnassa sattuman aikaansaama muuntelu on mekanismi, jolla uusi syntyy. Abduktiomallin mukaan uusi syntyy sellaisten mekanismien kautta, jotka ovat lähellä sattumia ja arvaamista. Olennaisena erona on kuitenkin, että ihmisen luovassa toiminnassa radikaalistikaan uusi ei synny puhtaasti sattuman tai arvaamisen tuloksena. Abduktion perustana ovat vihjeet ja rajaukset – samalla tavoin kuin tutussa 20 kysymyksen pelissä, jossa kysymyksillä rajaamalla yritetään selvittää sitä, mitä toinen ihminen ajattelee. Uudet, lupaavat ideat eivät koskaan myöskään synny tyhjistä vaan käyttämällä ja yhdistämällä joitain aiempia ratkaisuja ja aineksia jotenkin uudella tavalla tai kehittämällä niitä eteenpäin, usein hyvin pitkäjänteisen työn tuloksena.

Mainitsin kirjoituksen alussa erilaisia "olemuksellisia jännitteitä", joita näyttää kuuluvan keksimiseen ja luovuuteen. Uskon, että luovuuden ymmärtämiseen kuuluu enemmän "sekä että -ajattelu" kuin jommankumman valinta. Luovuuden perustana on yksilöiden toiminta, mutta myös yhteisölliset ja kulttuuriset tekijät, uudet ideat edellyttävät riittävää perinteen tuntemis-

ta mutta myös niiden rikkomista, lähtökohtana ovat *sekä* teorialta että havainnot, *sekä* pitkä työ *että* oivallukset. Peircen laaja teoria antaa aineksia käsitteellistää niitä välittäviä tekijöitä, joilla nämä elementit yhdessä toimivat.

Miten ratkaista abduktion perustalta alussa esitetty Menon-paradoksin tilanne? Voiko ihmisen luovuus siis olla päämääriin suuntautunutta? Eikö ennemminkin näytä siltä, että aidosti uutta luova toiminta yllättää luojansakin – eli päämäärä ei voi olla tiedossa, kun kehittää jotain uutta (vrt. Nickles 1997, Kleiner 1999)? Hintikka on mukaillut Picassoa sanomalla, että luova taiteilija ei etsi, vaan hän löytää (Hintikka 1982, 73). Eli tämän mukaan luovassa toiminnassa ei voisi tarkoituksellisesti etsiä jotain, vaan uusi ennemminkin löytyessään yllättää. Itse sanoisin kuitenkin abduktion yhteydessä niin, että uuden hakija paitsi löytää (yllättäen) myös etsii; luovuuteen kuuluvat vahvasti *sekä* päämäärät *että* sattumat (ks. Gruber 1989a; 1989b)[6]. Ihmisellä on yleensä etsiessään jokin, vaikka aluksi hämärä tai osittainen päämäärä mielessään, mutta etsiminen voi johtaakin siihen, että löytää jotain, jota ei aluksi tiennyt etsivänsä.

Itse pidänkin hyvin osuvana sitä vertausta, jonka Ludwik Fleck on tehnyt kuvatessaan erästä keksimisprosessia: Tutkijat ja uuden hakijat jakavat perimmiltään Kolumbuksen kohtalon – etsivät omaa "Intiaansa" ja ovat usein vakuuttuneita, että ovat oikeilla jäljillä, mutta saattavat odottamatta löytää uuden "Amerikan" (Fleck 1979/1935, 69-70). Heidän matkansa ei ole suora purjehtimista suunniteltuun suuntaan, vaan odysseia, johon kuuluvat suunnan muutokset. Itse en tulkitse tätä niin, että keksiminen olisi vain "onnellisista sattumista" kiinni (johon nykyään liitetään termi "serendipiteetti") vaan sitä, että suunnitelmat, päämäärät ja erilaiset vihjeet ohjaavat ihmisen toimintaa myös luovassa toiminnassa, mutta hakiessaan jotain uutta ihminen on herkkä muuttamaan suunnitelmiaan ja hakemaan uutta suuntaa asioille. Erona Kolumbuksen ja Odysseuksen retkiin itse päämääräkin voi päivittyä ja muuttua matkan varrella samalla kun tulee uusia vihjeitä. Järki ja ennakoinnattomuus eivät abduktiivisessa keksimisessä ja luovuudessa sulje toisiaan pois vaan tukevat toisiaan.

VIITTEET

- [1] Otsikko viittaa Larry Laudanin (1980) tieteenfilosofiassa hyvin tunnettuun kirjoitukseen: "Why was the logic of discovery abandoned?" (suom. Miksi keksimisen logiikka hylättiin?), jossa Laudan perus-

- teli – itsekin tätä näkemystä vahvasti myötäillen – miksi keksimisen tarkastelu tieteenfilosofiassa hylättiin. Itse haen perusteita ymmärtää keksimisen yhtenä tieteenfilosofian keskeisenä kysymyksenä (ks. tarkemmin Paavola 2006, 19-32).
- [2] "If I knew where jazz was going I'd be there already."
- [3] Thomas Nicklesin termin ilmaistuna: heuristinen arviointi on saanut vahvemmin jalansijaa pelkän episteemisen arvioinnin lisäksi (Nickles 1989).
- [4] Vrt. "hajautettu luominen" (Miettinen 2006).
- [5] Verkko-oppimisen ja tiedonrakentelun tutkimuskeskus (Helsingin yliopisto, Psykologian laitos)
- [6] Sama koskee yleensäkin ihmisen toiminnan luonnetta

KIRJALLISUUTTA

- Boden, Margaret A. (2004): *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Fleck, Ludwik (1979/1935): *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Alkuteos 1935. Chicago: The University of Chicago Press.
- Gruber, Howard E. (1989a): Networks of Enterprise in Creative Scientific Work. Teoksessa Barry Gholson et al. (toim.) *Psychology of Science: Contributions to Metascience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gruber, Howard E. (1989b): The Evolving Systems Approach to Creative Work. Teoksessa Doris B. Wallace & Howard E. Gruber (toim.) *Creative People at Work: Twelve Cognitive Case Studies*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Hanson, Norwood Russell (1958): *Patterns of Discovery*. Cambridge: University Press.
- Hintikka, Jaakko (1982): *Kieli ja mieli: katsauksia kielifilosofiaan ja merkityksen teoriaan*. Helsinki: Otava.
- Kleiner, Scott A. (1999): Serendipity and Vision: Two Methods for Discovery Comments on Nickles. *Biology and Philosophy* 14(1): 55-64.
- Laudan, Larry (1980): "Why was the logic of discovery abandoned?" Teoksessa Thomas Nickles (toim.), *Scientific Discovery, Logic, and Rationality*. Dordrecht: D.Reidel Publishing Company, 173-183.
- Magnani, Lorenzo (2004): Model-based and manipulative abduction in science. *Foundations of Science* 9(3): 219-247.
- Miettinen, Reijo (2006): Hajautettu luominen ja tiedon omistusoikeudet: Tietoyhteiskunnan innovaatiopolitiikan perusteet. *Tieteessä tapahtuu* 4/2006, 5-14.
- Nickles, Thomas (1989): Heuristical appraisal: a proposal. *Social Epistemology* 3(3): 175-188.
- Nickles, Thomas (1997): Methods of Discovery. *Biology and Philosophy* 12: 127-140.
- Paavola, Sami (2001): Essential Tensions in Scientific Discovery. (<http://www.helsinki.fi/science/comments/papers/essential-tensions.pdf>). Teoksessa Petri Ylikoski, & Mika Kiikeri (toim.): *Explanatory Connections. Electronic Essays Dedicated to Matti Sintonen* (<http://www.valt.helsinki.fi/kfil/matti/>).
- Paavola, S. (2006): *On the Origin of Ideas: An Abductivist Approach to Discovery*. Väitöskirja. Philosophical Studies from the University of Helsinki 15. Johdanto-osa saatavilla: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/hum/filos/vk/paavola/>
- Paavola, Sami & Hakkarainen, Kai (2005): The Knowledge Creation Metaphor – An Emergent Epistemological Approach to Learning. *Science & Education* 14(6), 535-557.
- Platon (1978): *Teokset: Toinen osa*. Suom. M. Itkonen-Kaila, P. Saarikoski & M. Tyni. Helsinki: Otava.
- Popper, Karl R. (1972): *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Sawyer, Keith R. (2006): *Explaining Creativity: The Science of Human Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Kirjoittaja on tutkija Helsingin yliopiston psykologian laitoksella verkko-oppimisen ja tiedonrakentelun tutkimuskeskuksessa. Kirjoitus perustuu Lectio praecursoria -esitelmään 25.11.2006.