

KARTESIOLAISEN KIELITEORIAN PALUU KOGNITIOTIETEeseen

Pauli Brattico, Psykologian laitos, Helsingin yliopisto

Descartesin mukaan ihmisille tyypillinen generatiivinen, hierarkkisiin representaatioihin nojaava luovuus on peräisin yhdestä lähteestä, olipa kyse luovuudesta kielen, ajattelun, matematiikan, musiikin tai visuaalisen taiteen piirissä. Tämä lähde oli jakamaton, immateriaalinen sielu. Kognitiotieteessä luovuus on perinteisesti nähty modulaarisena ilmiönä, jolloin esimerkiksi kielen lauseiden rakenne poikkeaa täysin matemaattisten olioiden rakenteesta. Kukin luova järjestelmä nojaa omaan, alakohtaiseen mutta generatiiviseen representaatiojärjestelmäänsä. Aivan viime aikoina Descartesin yhden luovuuden hypoteesi on alkanut saada yhä enemmän kannatusta myös kognitiotieteessä, lingvistikassa ja aivotutkimuksessa. Käyn artikkelissani läpi tähän kehitykseen johtaneita empiriisiä ja teoreettisia syitä, sekä tarkastelen kartesiolaisen luovuusteorian merkitystä erityisesti kielitieteen kannalta.

Avainsanat: luovuus, generatiivisuus, rekursio, hierarkkiset representaatiot, minimalismi.

JOHDANTO

Ihminen erottuu muista eläimistä erityisesti rajattoman luovuutensa ansiosta. Luovuudella tarkoitetaan tässä kykyä luoda periaatteessa ääretön määrä uusia elementtejä käyttämällä hyväksi aikaisemmin tunnettuja osia, jolloin pystymme ”konstruoimaan käytännössä rajattomia oliota”¹: jokaisesta luonnollisesta luvusta voidaan generoida uusi luku, yhdistelemällä intervaleja pystymme luomaan musikaalisia fraaseja, konserttoja tai kuuden tunnin oopperoita, visuaalinen taide pohjautuu kykyymme yhdistellä visuaalisia hahmoja uusiksi yhdistelmiksi. Pystymme hyödyntämään samaa yhdistelemisen tajuamme sosiaalisissa suhteissa, luomalla hierarkkisia valtasuhteita ja viestimiseen käytettäviä verkostoja. Kognitiotieteen

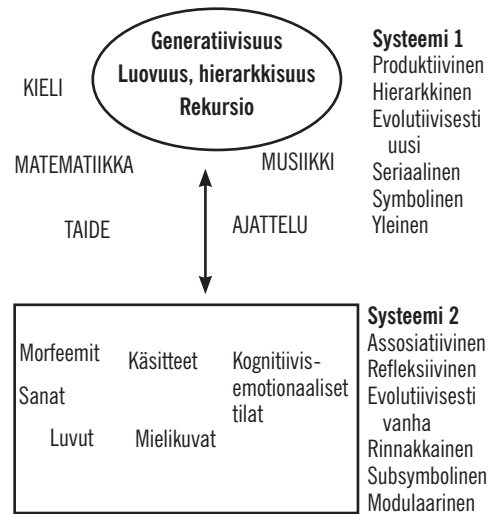
ensimmäiset psykologiset teoriat ajattelusta perustuivat näkemykselle, jonka mukaan monien pelien pelaaminen perustuu hierarkkisille (rekursiivisille) siirtovaihtoehdoille: jokainen siirto mahdollistaa lukemattomia muita uusia sille alisteisia siirtokombinaatioita (Newell & Simon, 1961; 1963). Arkipäätelyssämme hyödynnämme eri vaihtoehtojen arvioimista ja vertaamista toisiinsa, eikä näiden vaihtoehtojen ”kompleksisuudella ole olemassa ylärajaa”.² Lista esimerkeistä on lähes loputon, siihen voitaisiin lisätä logiikka, tietokoneohjelmointi, tieteellinen tutkimus, elokuvataide, arkkitehtuuri, ja paljon muuta. Itse asiassa ilmeisesti lähes mikä tahansa käsitteellinen lähdemateriaali voidaan alistaa jonkinlaisen luovan mekanismin käyttöön, jonka tuloksena voimme Descartesin sanoin ”löytää mielestämme äärettömän määrän ideoita” ja ”ajatella niitä vapaasta tahdostamme”.³ Tämän artikkelin kannalta on keskeistä, että myös luonnollinen kieli tarjoaa rajattomat mahdollisuudet uusien ilmausten ja niiden yhdistelmien luomiseksi, ja vastaavasti voimme kuvitella

Kirjoittajan yhteystiedot:
Pauli Brattico
Psykologian laitos
Siltavuorenpenger 20 C
00014 Helsingin yliopisto
Pauli.Brattico@Helsinki.fi

näille lauseille loppumattoman määrän erilaisia merkityksiä (Descartes, 1637/1997; § 5; Chomsky, 1957; Humboldt, 1836/1960). Luonnollinen kieli ja siihen läheisesti assosioituneet mentaaliset prosessit ovat kenties luovuutemme konkreettisin ja tämän myötä myös helpoiten lähestyttävä ilmentymä.

Vaikka ilmiö tuntuu läpäisevän kauttaaltaan ihmisen mielen toiminnot ja aktiivista tieteellistä tutkimusta aiheesta on tehty kymmeniä vuosia, luovuuden neuraalisia ja kognitiivisia mekanismeja ei vielä tunneta täydellisesti (Friederici ym., 2006). Tässä artikkelissa tarkastelen erityisesti kysymystä siitä, onko kyky luovuuteen syntynyt yhdessä vaiheessa ja yleistynyt samalla kaikille kognition alueilla, vai onko riippumaton kehitys tuottanut luovuuden osaksi kutakin kognitiivista järjestelmää. Bloom (1994) kutsui yhden luovuuden mallia ”generatiivisuushypoteesiksi”. Generatiivisuushypoteesin mukaan ihmisen kognitiolle tyypillinen luovuus on peräisin yhdestä kognitiivisesta mekanismeista, riippumatta siitä, minkä toiminnan tai kognitiivisen prosessin yhteydessä se esiintyy. Tällainen kahden systeemin malli on havainnollistettu kuvassa 1.

Descartes oli tietävästi ensimmäinen, joka kannatti tällaista mallia ihmisen mielestä. Descartesin mukaansa kieleen ja ajatteluun liittyvä luovuus on peräisin yhdestä ”jakamattomasta rationaalisesta mielestä”, tosin Descartesin käsitys materiaasta ja materiaalisista prosesseista oli niin rajoittunut, ettei hän kyennyt attribuoimaan tätä ominaisuutta mekanistiseen luontoon, vaan piti jakamattoman luovuuden lähde ”epämateriaalisena substanssina”. Osaratkaisuihin tuli vasta kolmesataa vuotta myöhemmin, kun Alan Turing mekanisoi ja täsmensi alun perin David Hilbertin hahmotteleman symbolisen komputaation käsitteen. Nykyään luovuus Descartesin tarkoittamassa mielessä käsitetään lähinnä symbolisen komputaati-



Kuva 1. Generatiivisuushypoteesin mukainen teoria kognitiosta. Evoluutiivisesti vanhemman systeemin muodostavat tässä eri kognition osaluokien primitiiviset käsitteet sekä niiden alkeelliset prosessointimekanismit (systeemi 2). Kuvaan on valikoitu vain pieni otos tällaisista prosesseista. Evoluutiivisesti uudempi systeemi rakentuu luovalle, generatiiviselle kapasiteetille, jota voidaan soveltaa kognition eri osa-alueisiin (systeemi 1). Näin syntyvät kieli, musiikki, matematiikka, ajattelu ja taidat siinä muodossa, kun ymmärrämme ne nykyään. Tätä systeemiä pidetään tavallisesti seriaalisenä sekä symbolisena. Viimekädessä kummatkin systeemin ovat palautettavissa aivojen toimintaan. Systeemi 1 ja 2 ominaisuuksia käsitellen tarkemmin tämän artikkelin liitteessä.

on oheistuotteena, missä ”symbolinen komputaatio” (systeemi 1) liitetään johonkin tai joihinkin evoluutiivisesti uusiin aivorakenteisiin. Vastaavasti Descartesin teoria aivoista, mikä katti alleen koko muistin sekä lähinnä ärsykeriippuwait reaktiot, perustui yksinkertaisemmalle mutta samalla mekaaniselle prosessoinnille (systeemi 2). Moderni jako konnektionismiin ja komputationalismiin käykin melko tarkasti yhteen Descartesin tekemän jaottelun kanssa, joten systeemi 1 liittyvästä luovuudesta käytetään usein ter-

miä ”komputationaalinen luovuus”. Sillä tarkoitetaan lähinnä kykyä yhdistellä osia hierarkkiseksi kokonaisuuksiksi. Generatiivisuushypoteesin mukaan komputationaalisella, hierarkkisia rakenteita tuottavalla luovalla prosessilla on yksi neurokognitiivinen lähde aivoissamme.

Tässä vaiheessa on syytä täsmentää, että artikkelissa tarkasteltu luovuuden käsite on, ehkä paradoksaalisesti, hyvin mekaaninen. Sillä tarkoitetaan kykyä ymmärtää ja tuottaa loputtomasti uusia yhdistelmiä ottamatta kantaa siihen, ovatko tämän prosessin tulokset suurimpien nerojen vai kenties vain ”typerysten tai idioottien” aikaansaannoksia, molemmat nimittäin pystyvät ”järjestämään sanoja kokonaisiksi lauseiksi, joiden avulla he ilmaisevat ajatuksiaan” kun taas ”mikään eläin, olipa tämä miten täydellinen tahansa, ei pysty samaan”.⁴ Olen tehnyt selkoa tästä mekaanisen luovuuden käsitteestä tämän artikkelin liitteessä (ks. myös Salo, 2001). Usein luovuudella tarkoitetaan myös jotakin muuta, lähinnä kykyä luoda jotakin poikkeuksellista ja samalla muille ihmisille merkityksestä. Vaikka tämä kyky epäilemättä perustuukin viimekädessä mekaaniselle luovuuskäytölle, siihen tarvitaan tietysti paljon muutakin. Esimerkiksi musiikissa Bachin sävellysten nerous piilee niiden monitasoisuudessa, mikä saattaa olla yksi poikkeuksellista luovuutta selittävästä tekijöistä. Tällaisen korkeamman asteen luovuuden selittäminen on toistaiseksi mysteeri, ehkä siksi, että se pyrkii karttamaan säännönmukaisuuksia ja yksikäsitteistä muotoa. En puutu tässä artikkelissa lainkaan tähän ongelmaan, vaan jätän sen suosiolla myöhempään ajankohtaan.

Silloin kun luovuuden olemassaoloa sinänsä pidetään tieteellisessä mielessä järkevänä lähtökohdana, generatiivisuushypoteesin vastahypoteesina nähdään representatiivinen modularismi. Tällä tarkoitetaan hypoteesia, jonka mukaan eri representa-

tiojärjestelmät esimerkiksi kielen, musiikin ja visuaalisen taiteen piirissä ovat olemukseltaan toisistaan riippumattomia, joskin ne voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään. Esimerkiksi Fodorin ajattelun kielen hypoteesiin kuului oletus, että tällaisia luovia ajattelun kieliä on olemassa useita (Fodor, 1975). Toisin sanoen sävellyks luodaan käytännöllä toisenlaista generatiivista järjestelmää kuin kielen lause. Kuvaan 1 verrattuna tässä mallissa mahdollisesti jokaiseen erilliseen kognition osa-alueeseen liittyy oma erillinen luovuuskomponentti. Representatiivinen modularismi oikeuttaa eri alojen tutkijat toimimaan riippumatta toisistaan: musiikkikappaleen analyysillä ja kielen lauseen analyysillä ei ole minkäänlaista yhteistä kognitiivista pohjaa aivoissamme. Generatiivisuushypoteesin mukaan eri alojen tutkijoiden pitäisi yhdistellä tutkimustuloksiaan monitieteisesti kognitiivisen luovuusteorian aikaansaamiseksi, sillä niiden tutkimuskohdet leikkaavat ratkaisevassa kohdin toisiaan (kuva 1, systeemi 1).

Aiheen parissa käydyssä keskustelussa sivuutetaan usein se tosiasia, että generatiivisuushypoteesi ja representatiivinen modularismi eivät ole välttämättä toistensa vastateesejä. Tämä yksinkertaistus saattaa sulkea pois vaihtoehtoja, joille on olemassa paljonkin empiiristä näyttöä. Generatiivisuushypoteesista sellaisenaan seuraa, että kognition luova komponentti on kaikille kognitiivisille järjestelmille yhteinen. Tästä huolimatta eri järjestelmät voivat perustua autonomisille, sisällöltään erikoistuneille primitiivisille käsitteille sekä kognitiivisille prosesseille, jotka eivät ole aidosti luovia, vaan refleksiivisiä tai assosiativisia (ks. artikkelin liite), Descartesin sanoin ”passiivisia automaatteja”. Toisin sanoen musiikki, kieli tai vaikkapa ongelmanratkaisu ovat toisistaan erillisiä sikäli, että niissä käytetään erilaisia primitiivisiä käsitteitä sekä yksinkertaisia

refleksinomaisia prosesseja. Musiikki perustuu musiikillisille atomeille, jotka saattavat olla intervaleihin tai muuhun prosodiaan liittyviä primitiivisiä kognitiivis-emotionaalisia tiloja; kieli rakentaa yksikkönsä morfeemeista tai lekseemeistä. Tällöin representationaalinen modularismi koskee vain aivojen primitiivistä käsitteistöä sekä näihin liittyviä yksinkertaisempia, evolutiivisesti vanhempia prosesseja. Tätä näkökulmaa voisi kutsua paremman termin puutteessa ”karteesiolaiseksi modularismiksi” sillä perusteella, että siinä luovuus rajataan yhteen lähteeseen. Kuten seuraavassa luvussa argumentoin, kun representationaalista modularismista erotetaan karteesiolainen modularismi ja siihen liitetään generatiivisuushypoteesi, päädytään teoriaan jolla on paljon empiiristä tukea ja kiinnostavia seurauksia biologian, kognitiotieteen ja kielitieteen kannalta.

GENERATIIVISUUSHYPOTEESI

Karteesiolaisen modularismin mukaan aivojen eri moduulit eivät ole generatiivisia (systeemi 2 kuvassa 1). Tälle teesillä löytyy jonkin verran tukea biologiasta. Eläimet nimittäin pystyvät omaksumaan suuren joukon käsitteitä, sillä ne kategorisoivat maailmaa lajilleen ominaisella tavalla. Simpanssien sosiaalisen tajunnan taso on korkea, ja niiden sosiaalinen käsitteistö on ainakin osittain päällekkäin ihmisen sosiaalisten kategorioiden kanssa, jo pelkästään siksi, että meillä on yhteinen kantamuoto (McGrew, Marchant & Nishida, 1996; Strum, 1987). Olemme todennäköisesti perineet suuren joukon primitiivisiä käsitteitä tuolta kantamuodolta, ja sama pätee mentäessä vieläkin pidemmälle evoluution historiassa (Diamond, 1992). Myös simpanssien ja muiden eläinten aivot ovat modulaariset: aivovauriot tai kehityshäiriöt aiheuttavat hyvin selektiivisiä kognitiivisia vaurioita.

Merkittävä osa siitä mitä tiedämme ihmisten aivoista ja kognitiivisista prosesseista onkin peräisin eläinten aivoja koskevista havainnoista. Toisaalta komputationaalinen luovuus näyttää rajautuvan pelkästään ihmiseen, eikä sille löydy eläinmaailmasta homologiaa tai analogiaa. Kuten Descartes pani merkille, kyse näyttää olevan ihmiselle lajityypillisestä ilmiöstä (Bickerton, 1990; Chomsky, 1988, Fitch & Hauser, 2004, Hauser ym., 2002; Kendon, 1991; Liberman & Mattingley, 1989; Piattelli-Palmarini, 1989; Pinker & Bloom, 1990; Terrace, 1985). Tämä ominaisuus ei ole voinut periytyä evolutiivisesti kovin kaukaa. Jo pelkästään evoluution näkökulmasta aivot rakentuvat tämän perusteella kahdelle kerrostumalle: evolutiivisesti vanhemmalle osalle, jota luonnehtii refleksiivisyys, vaitonvaraisuus, assosiatiivisuus, sekä evolutiivisesti uudemmalle osalle, Descartesin ”rationaalille mielelle”, jota luonnehtii kyky luovuuteen.

Ihminen pystyy tietävästi hyödyntämään luovuuttaan millä tahansa alalla käsitteiden sisällöstä riippumatta. Jotta tämä ei olisi pelkkää sattumaa, on mielestäni perusteltua olettaa, että luovuus palautuu yhteen mekanismiin tai aivojen hermoverkkojen holistiseen ominaisuuteen. Luovuus on niin kaikenkattava kognition ominaisuus, että nollahypoteesina on – ilmeisesti itsestään selvästi – pidettävä generatiivisuushypoteesia. Jos toisaalta halutaan uskoa, että näinkin laajalle levittäytynyt luovuus olisi peräisin useasta järjestelmästä, olisi pystyttävä selittämään miten evoluutio on voinut synnyttää, toisistaan riippumatta, luovan mekanismin kaikkien inhimillisten käsitteiden käyttöön. Jos tätä ominaisuutta ei esiinny muilla kuin ihmisillä, on tämän kehityksen täytynyt tapahtua noin viidessä miljoonassa vuodessa (Sarich & Wilson, 1967; Enard, 2002). Mielestäni tällainen teoria on varsin epäus-

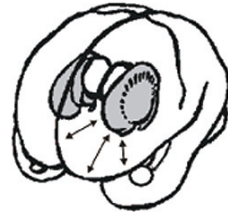
kottava ja siihen pitää suhtautua skeptisesti. Se on ongelmallinen myös siksi, että emme tunne yhtään sellaista lajia, joka hallitsisi luovasti joidenkin käsitteiden käytön (esim. matematiikan), mutta kyky ei ulottuisi muualle (kieli). Ihminen käsittelee luovasti mitä tahansa käsittemateriaalia, kun taas eläimet eivät voi monista kognitiivisista erityisyydestään huolimatta soveltaa rajatonta generatiivisuutta missään yhteydessä. Tämä tukee ajatusta, että luovuuden taustalla olisi yksi evolutiivisesti uusi mekanismi.⁵

Eräs evolutiivisen selittämisen ongelma on siinä, että kyky rajattomaan luovuuteen on dikotominen ominaisuus, joka joko on tai sitä ei ole. Hieman paradoksaalisesti generatiivisuus kognitiivisena ilmiönä ei voi kehittyä vaiheittaisen adaptaation kautta, vaan ”hyppäksenomaisesti yhdessä yksilössä”, joka tällaisen mutaation myötä sai käyttöönsä ”lajitovereitaan paljon paremmat kognitiiviset kyvyt” ja ”siirsi ne jälkeläisilleen”.⁶ Kun tällaista tapahtumaa on ehkäpä vaikea mieltää tapahtuneeksi edes yhden kerran, pitäisi representationaalisen modulaarisuuden mukaan se tapahtua kymmeniä, ellei satoja, kertoja. Toisin sanoen luovuus olisi kehittynyt toisistaan riippumatta, hyppäyksittäin, visuaalisen taiteen, musiikin, kielen, ajattelun ja sosiaalisen kognition piirissä.⁷ Tämän valossa on helpointa uskoa hypoteesiin, jonka mukaan yhden ”suuren harppauksen”⁸ pitäisi riittää. Jos lähdemme oletuksesta, että simpanssit tai muut lähisukulaisemme eivät hallitse rajoittamattomaan rekursioon perustuvaa tiedonkäsittelyä (Hauser ym., 2000), on ihmiselle tyypillisen luovuuden löydyttävä geneettisesti niistä geeneistä, joiden suhteen ihmiset ja simpanssit eroavat toisistaan. Kun nykytiedon mukaan yli 98% ihmisen ja simpanssin DNA:sta ovat identtisiä, tämä ei jätä paljonkaan geneettistä pelivaraa satojen kognitiivisten järjestelmien toisistaan riippumattomaan uudelleenvarusteluun.

Ihmisen työmuisti on varasto, jonne voidaan tallentaa mieltämisyksiköitä (esimerkiksi shakkiasemia, sanoja, lauseita) niiden sisällöstä riippumatta. Tämä tukee generatiivisuushypoteesia siinä mielessä, että ainakin tällainen yleinen, symbolinen rekursiivinen järjestelmä on sekä periaatteessa mahdollinen että todellinen osa ihmisen kognitiota. Työmuistin toiminta näyttää myös yhdistyvän otsalohkon, erityisesti prefrontaalialueiden, toimintaan (Bunge ym., 2001), jota pidetään yhtenä kandidaattina luovuuden tuottajaksi (Ullman, 2004). Toisaalta ihmisen työmuistin perimmäinen olemus on vielä pitkälti kiistelty ongelma, joten sen rooli luovuuden selittämisessä on avoin kysymys.

Matematiikan oppimisen näyttää tukevan generatiivisuushypoteesia. Lapset oppivat ensin äärellisen määrän lukukäsitteitä, joita he käyttävät n. 3-vuotiaiksi asti. Nämä lukukäsitteet eivät ole tarkkoja matemaattisessa mielessä: mitä suuremmista luvuista on kyse, sitä epätarkemmaksi käsite tulee. Vastaava kyky voidaan todentaa myös eläimiltä, kuten rotilta ja simpansseilta (Carey, 1998; Dehaene, 1997; Gallistel & Gelman, 2000; Hauser, Carey & Hauser, 2000). Kolmen ja neljän ikävuoden välillä lapset ymmärtävät laskemisen tai lukujonon jatkumisen periaatteen (Wynn, 1992). Toisin sanoen lukuja koskeva primitiivinen käsitevarasto on eriytettävä luovuudesta, joka sovellettuna ensin mainittuun tuottaa luonnollisten lukujen idean (Bloom, 2000; Gelman & Gallistel, 2004; Gordon, 2004). Eläinmaailmassa vastaavaa hyppäystä ei nykyisen todistusaineiston perusteella tapahdu. Nämä havainnot puoltavat näkemystä, jonka mukaan rajaton generatiivisuus kehittyy normaalisti, yhdessä aivojen kehittymisen kanssa, täysin toimintavalmiksi vasta kolmannen ikävuoden tienoilla. Luovuus näyttää olevan kyky, joka täytyy ottaa ihmisen kognitiivisessa kehityksessä huomioon itsenäisenä tekijänä.

Luovuuden syntymekanismi on tullut keskeiseksi tutkimuskohteeksi myös aivotutkimuksessa. Tällä hetkellä ei tiedetä, miten ja missä generatiiviset prosessit eli systeemi 1:n prosessit toteutuvat ihmisen aivoissa (Friederici ym., 2006; Greenfield, 1991; Ullman, 2004). Friederici ym., (2006) vertasivat toisiinsa aivojen aktivaatiota tehtävissä, joista toinen perustui generatiiviselle prosessoinnille, toinen mekaaniselle assosiaatiolle. Näistä vain ensin mainittu aktivoi vasemman otsalohkolla sijaitsevaa Brocan aluetta (BA 44/45), jälkimmäinen aktivoi hieman taaempaan sijaitsevaa fylogeneettisesti vanhempaa aivoaluetta (engl. ”frontal operculum”, FOP). Brocan alue onkin viimeaikaissa tutkimuksissa assosioitu nimenomaan hierarkkisten rakenteiden käsittelyyn (Besson & Schön, 2003; Binkofski, 2000; Friederici ym., 2000; Maess ym., 2001; Muller ym., 2001; Núñez-Peña & Honrubia-Serrano, 2004; Iacoboni ym., 1999; Patel, 2003; Ullman, 2004). Generatiivisuushypoteesi on eräs tapa selittää näitä havaintoja olettamalla, että otsalohkolle ainakin osittain sijoittuva hierarkkisten rakenteiden ymmärryskyky on eri kognition osa-alueita yhdistävä, ei-modulaarinen tekijä. Friederici ym. (2006) kannattavat tätä hypoteesia ja arvelevat, että sinänsä yleisten generatiivisten komputaatioiden alakohtaisuus olisi perua siitä, minkälaisen ”funktionaalisten verkostojen” osina nämä generatiiviset ja yleiset komponentit ovat. Luovat prosessit siis ikään kuin hyödyntävät eri resursseja riippuen siitä, mihin osiin aivoja ne yhdistyvät. Itse arvaisin, että systeemi 1:n prosessit liittyvät otsalohkon, erityisesti siis alueiden BA44/45, ja subkortikaalisten alueiden väliseen vuorovaikutukseen. Kuva 2 havainnollistaa tätä hypoteesia.



Kuva 2. Rekursiivisuus aivojen otsalohkon ja subkortikaalisten rakenteiden vuorovaikutusprosessina. Kuvassa harmaalla merkityt alueet sijaitsevat aivokuoren alla. Kuva on edestä vasemmalta (ks. Ullman, 2004). Viimeaikaiset aivokuvantamiskokeet ovat tukeneet hypoteesia, jonka mukaan hierarkkisten representaatioiden käsittely yhdistyi aivokuoren osalta alueisiin BA44/45. Tämä alue sijaitsee yllä olevassa kuvassa vasemalla otsalohkon sivuosassa.

Useat tutkijat ovat ehdottaneet, että ihmisen kognition läpitukenava luovuus olisi peräisin jostakin tietystä, mutta yhdestä, kognition alajärjestelmästä. Tämän näkemyksen mukaan vaikkapa kieli olisi primaari luova järjestelmä, josta luovuus on levinnyt muualle kognition osa-alueille. Chomsky (1988) on ehdottanut, että äärettömyyden tajuaminen matematiikassa olisi ”abstraktio” kielessä alun perin syntyneestä rekursiosta. Corballis (1992) ja Bloom (1994) ovat puolestaan kannattaneet näkemystä, jonka mukaan luovuus perustuisi ensisijaisesti ajattelun luovuuteen. Toisin sanoen sen sijaan, että kaikki luovat järjestelmät asetettaisiin rinnakkain, toisistaan riippumattomiksi järjestelmiksi, ne suhteutuvat toisiinsa hierarkkisesti: jotkin luovat mekanismit ovat perustava toisille, mutta ei toisinpäin. Näiden hypoteesien ongelma on nähdäkseni siinä, että kykyä generatiivisuuteen ei voi siirtää kognitiivisesta järjestelmästä toiseen. Toisin sanoen jos systeemillä X ei ole tätä kapasiteettia, sitä ei voida siirtää siihen ennen kuin generatiivisuus on jo alun perin oletettu järjestelmään. Käyttämällä esimerkkinä Chomskyn teo-

riaa, emme voi abstrahoida rekursiivisuutta luonnollisesta kielestä, ellei käytössämme ole jo rekursioon kykenevä abstraktiokyky. Tämäkin ajatuspolku johtaa generatiivisuushypoteesiin, missä yhtä generatiivista järjestelmää on alettu soveltaa muihin käsi- ja järjestelmiin.

Kuten aikaisemmin totesin, tällä hetkellä on olemassa varsin vakuuttavaa näyttöä siitä, että monet kognitiiviset prosessit ovat erikoistuneet tietynlaisten representaatioiden käsittelyyn (Cosmides & Tooby, 1994; Karmiloff-Smith, 1992; Marshall, 1984; Pylyshyn, 1999). Kieli, kasvojen tunnistaminen, värien havaitseminen ja sosiaalinen kognitio ovat toisistaan jossain määrin riippumattomia prosesseja. Tämä havainto ei sinänsä kumoa generatiivisuushypoteesia: eri toimintojen erikoistuminen ei välttämättä tarkoita, että jokainen niistä käyttäisi omaa generatiivista järjestelmäänsä (ks. Plaut, 1995). Argumentilla on toinenkin ongelma. Argumentin mukaan kahden kognitiivisen toiminnon dissosiaatiosta pitäisi päätellä, että ne perustuvat kahteen generatiiviseen kognitiiviseen systeemiin. Tämä päättely johtaa pian generatiivisten järjestelmien moninkertaistumiseen, sillä dissosiaatioita on voitu todentaa varsin paljon. Esimerkiksi verbien tuottaminen olisi erotettava verbien kuulemisesta, verbien tuottaminen nominien tuottamisesta, kirjoittaminen lausumisesta, eläimiä tarkoittavien morfeemien ymmärtäminen elottomia esineitä kuvaavien morfeemien ymmärtämisestä, ja niin edelleen (Gazzaniga, 1999). Päättely johtaa satojen, ellei tuhansien eri generatiivisten systeemien olettamiseen. Ongelman välttämiseksi olisi löydettävä jokin keino olla olettamatta uutta generatiivista systeemiä joka kerta, kun löydetään pienikin kognitiivinen dissosiaatio. Tämän perusteella vaikuttaa selvältä, että kahden kognitiivisen kyvyn X ja Y dissosioituminen ei voi suoraan tarkoittaa sitä,

että X ja Y sisältäisivät kumpikin itsenäisen generatiivisen kapasiteettinsa.

Edellinen argumentti selventäneen myös kielen ja generatiivisuushypoteesin suhdetta. Jackendoff (1997) argumentoi generatiivisuushypoteesia vastaan toteamalla, että ainakin kielen kuvaamiseen tarvitaan vähintään kolme luovaa representaatiotasoa: fonologia, syntaksi ja semantiikka. Syynä on se, että näistä kukin taso kuvaa lauseen toisistaan riippumattomia ominaisuuksia. Tämä näkemys kuuluu epäilemättä kielitieteen standardioletuksiin. Silti argumentti ei vakuuta kun muistetaan, ettei representationaalinen modularismi ole ainoa tapa selittää kahden kognitiivisen ilmiön autonomisuutta. Fonologia, syntaksi ja semantiikka voivat erota toisistaan myös sen perusteella, millaisista eiluovista primitiivisistä osista ne rakennetaan: lauseet sanoista, sanat foneemeista ja merkitykset käsitteistä. Kaikki voivat edelleen hyödyntää samaa, Descartesin ”rationaalisesta mielestä” kumpuavaa luovaa mekanismia, säilyttäen muuten itsenäisen olemuksensa. Kielellisten tasojen olemassaolo ei ole ainakaan suora todistus generatiivisuushypoteesia vastaan. Palaan tähän seuraavassa luvussa, missä käsittelen hieman tarkemmin generatiivisuushypoteesin suhdetta kielitieteeseen.

Edellisten havaintojen perusteella pidän generatiivisuushypoteesia varteenotettavana ja uskottavana hypoteesina. Kielitieteen löydöt viime vuosisadalla ovat tukeneet vastakaista kantaa. Tähän kysymykseen paneudun lyhyesti seuraavassa luvussa.

GENERATIIVISUUSHYPOTEESI JA KIELI

Kielitieteessä suuri osa teorioista perustuu representationaaliselle modulaarisuudelle. Tämä johtuu viimekädessä siitä, että teorit kuvaavat kielen luovuutta käyttämällä kielikohtaisia rekursiivisia sääntöjä. Esimer-

kiksi kielemme kyky lisätä nominin eteen loputtomasti adjektiiveja tai muita määreitä (esimerkiksi *pieni punainen, hajoamaisillaan oleva ... talo*) kuvataan tyypillisimmiltään rekursiivisella säännöllä, jossa viitataan vain kielellisiin kategorioihin, kuten ”adjektiivi” tai ”nomini”. Tämä on ristiriidassa generatiivisuushypoteesin kanssa, joka ei salli kieli-kohtaisia rekursiivisia sääntöjä. Koska generatiivisuushypoteesi vaikuttaa muuten varteenotettavalta hypoteesilta, on syytä kysyä mistä ja millä perusteella representationaalinen on omaksuttu kielitieteeseen ja onko eri perusteiden välillä ristiriitaisuuksia.

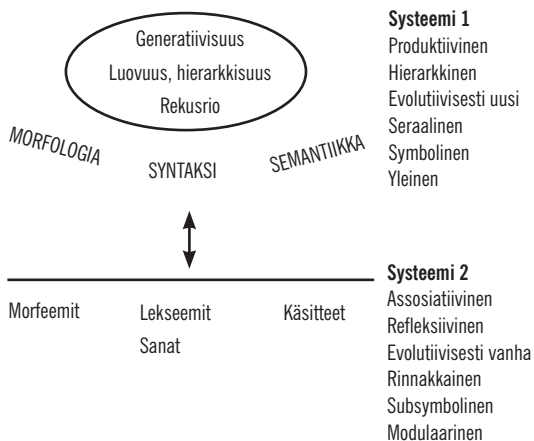
Kielitieteessä keskeisenä vaikuttimena on ns. lingvistisen tason käsite. Lingvistinen taso on kielen prosessoinnissa vaikuttavat generatiivinen representaatiojärjestelmä, jonka elementit ja säännöt liittyvät kielelliseen prosessointiin. Tällaisen tason olemassaolo perustuu viimekädessä kahteen seikkaan. Ensinnäkin monet kieltä säätelevät säännöt vaikuttavat ensi näkemältä sellaisilta, ettei niitä esiinny minkään muun aistimodaliteetin parissa. Ne ovat erikoistuneita kielen prosessointiin. Tämän vuoksi kielitieteilijät kuvaavat esimerkiksi lauseen rakennetta lausekohtaisilla säännöillä ($S \rightarrow NP + VP$), missä S, NP ja VP (tai vastaavat) ovat kaikki kieleen liittyviä elementtejä. Toiseksi monet kielen ilmiö korreloivat keskenään, ja tätä korrelaatiota selitetään sillä, että kyseiset ilmiöt sijoittuvat jollekin tietylle lingvistiselle tasolle (ks. Chomsky, 1981; Williams, 2003).

Erillisten lingvististen tasojen olettaminen on muiden tieteellisten hypoteesien tapaan empiirinen väite riippumatta siitä, että olemme tottuneet ottamaan niiden olemassaolon itsestäänselvyytenä. Tässäkin on muistettava, että kieleen liittyvien kognitiivisten prosessien erikoistuneisuus saattaa johtua pelkästään siitä, että prosessien primitiiviset ei-generatiiviset osat, esimerkiksi sanat tai morfeemit, ovat kielellisiä. Tämä selitys nojaa karteesiolaiseen

modularismiin. Missään tapauksessa eri järjestelmien erikoistuneisuus ei välttämättä johda representationaaliseen modularismiin, kuten edellisessä luvussa tuli jo osoitettua. Toiseksi mikään ei pakota selittämään kielellisten ominaisuuksien keskinäistä korrelaatiota nojaamalla yhteen tai useisiin lingvistisiin tasoihin. Kieleen liittyy toki useita muitakin prosesseja kuin pelkät lauseiden rakentelun mahdollistavat säännöt. Nämä kaksi ehtoa täyttyvät *minimalistisessa kieliteoriassa* (Chomsky, 2005), mikä osaltaan selittää karteesiolaisen teorian paluuta kognitiotieteeseen.⁹ Vaikka esimerkiksi generatiivisessa kieliteoriassa oletettiin 80-luvulla useita lingvistisiä tasoja, ei viimeaikaisessa minimalistisessä teoriassa oleteta oikeastaan yhtään tasoa (Chomsky, 2001; 2004; 2005). Sen sijaan teoria kuvaa, miten ilmaisu rakennetaan vaihe vaiheelta osistaan, morfeemeista tai lekseemeistä. Tätä rakennusprosessia säätelee rekursiivinen operaatio Merge, jonka ainoa ominaisuus on kyky liittää kaksi representaatiota yhteen. Teoria on vahvasti leksikalistinen: syntyneet representaatiot ovat kielellisiä, koska operaation käyttämät primitiiviset elementit ovat kielellisiä. Näiden representaatioiden ominaisuudet johdetaan sanojen ominaisuuksista. Kielellisten prosessien keskinäinen korrelaatio selitetään nojaamalla derivaatioprosessin eri vaiheisiin.¹⁰ Tässä mallissa ei ole enää mitään periaatteellista estettä pitää Merge-operaatiota aivojen yleisen luovuuden kuvauksena (ks. Ullman, 2004).

On helppo huomata, että usein oletetut kielijärjestelmän sisäiset tason ovat samankaltaisia, riippumatta siitä, että niiden elementit saattavatkin järjestyä poikkeavasti. Kuitenkin tasojen samankaltaisuudet ovat tyypillisesti paljon suuremmat kuin niiden erot. Representaatiotasojen käyttäminen jonkin ilmiön selittämisessä tuottaa redundanssia, kun kaikki kahta tasoa luonnehtiva samankaltaisuus toistetaan sellaisenaan

uudella tasolla, usein jopa monella tasolla. Nähdäkseni niissä tapauksissa, missä kaksi lingvististä tasoa vaikuttavat hyvin samankaltaisilta, olisi tieteellisesti järkevämpää ja elegantimpaa olettaa ilmiön taustalla olevan vain yksi taso, jota komputationaaliset prosessit, esimerkiksi jonkinlaiset yleiset transformaatiot, muuttelevat. Tästä näkökulmasta katsottuna ainakin osa lingvististä tasoista olisi mielekkäästi eliminoitavissa. Kuvaa 1 mukailen, teoria kielestä näyttäisi generatiivisuushypoteesin valossa suurin piirtein seuraavanlaiselta:



Kuva 3. Generatiivisuushypoteesin mukainen yksinkertaistettu malli kielestä. Kielen pohjalla ovat evolutiivisesti vanhemmat järjestelmät, jotka liittyvät puheen tuottoon, morfeemien muodostamiseen, semanttisiin piirteisiin sekä näiden kaikkien sitomiseen toisiinsa. Komparatiiviset tutkimukset ovat tukeneet näkemystä, jonka mukaan kielen tuottoon tarvittavat alajärjestelmät ovat evolutiivisesti vanhempaa perua. Vasta systeemi 1 mahdollistaa monimutkaisten sanojen (*tee-tä-ty-ttä-minen*), lauseiden (*Kruunun tee-tä-ty-ttä-minen kesti kauan*) tai merkitysten tuottamisen. Näitä koskevat säännöt eivät ole alakohtaisia, vaan perustuvat yleiseen luovuuteen. Generatiivisessa kielitieteessä tätä komponentti kuvataan operaatiolla Merge, joka käytännössä vain liittyy elementtejä yhteen (Chomsky, 2005). Itse hahmotan tämän komponentin ”leksikologisena muotona” (Salo, 2003).

Tässä mallissa syntaksia ja semantiikkaa ei voida enää erottaa toisistaan samalla tavalla kuin aikaisemmin on ollut tapana: ne eivät voi perustua kahdelle luovalle representatiojärjestelmälle. Kieli ja merkitys sidotaan luovuuden osalta yhteen. Semanttiset ja syntaktiset säännöt, sikäli kun kyse on rekursiivisista säännöistä, ovat saman ilmiön, ehkäpä jonkinlaisen ”ajattelun kielen”, kaksi eri puolta (Chomsky, 2005; Fodor, 1975). Kielelliset rakenteet muodostetaan morfeemeista tai lekseemeistä, semanttiset rakenteet käsitteistä.¹¹

Tähän liittyen on syytä kommentoida generatiivisuushypoteesin suhdetta kognitiiviseen kielitieteeseen (Croft & Crue, 2004; Langacker, 1987; 1991; Leino, 1993). Kognitiivisessa kielitieteessä kieliopin ja merkityksen osittainen isomorfisuus on nostettu keskeiseen asemaan kun on haluttu argumentoida syntaksin autonomisuusteeseä vastaan. Generatiivisuushypoteesi selittää kielen ja merkityksen isomorfisuuden olettamalla, että kummankin taustalla on sama luova mekanismi. Kieli syntyy merkityksestä. Samalla se on toki myös vastareaktio hyvin vahvaa syntaksin autonomisuutta vastaan, joten kognitiivinen viitekehys on ainakin tässä suhteessa yhdenmukainen generatiivisuushypoteesin kanssa. Samalla on kuitenkin muistettava, että viimeaikainen kehitys generatiivisen kielitieteen puolella on kulkenut samaan suuntaan, joten näköpiirissä saattaa olla eri näkemysten parhaiden puolien yhteensulautumista.

PÄÄTELMIÄ

Käsitteelin tässä artikkelissa generatiivisuushypoteesia, jonka mukaan ihmisen kognitiivisen läpituonkeva luovuus olisi peräisin yhdestä ja samasta luovasta järjestelmästä, jonkinlaisesta generatiivisesta koneistosta aivoissa tai ”rationaalisessa mielessä”. Näkemys on noussut ajankohtaiseksi sekä kielitieteessä

että aivotutkimuksessa. Argumentoin, että generatiivisuushypoteesi on, vastoin yleistä uskomusta, sopusoinnussa (kartesiolaisen) modulaarisuuden kanssa. Tarkastelin myös joitakin kielestä riippumattomia perusteluja generatiivisuushypoteesin olettamiseksi, jotka mielestäni tekevät siitä varteenotettavan empiirisen hypoteesin. Nämä perustelut nojaavat evoluutioon, aivokuvantamismenetelmin saatuihin tuloksiin, kognitiiviseen yksilönkehitykseen sekä siihen, ettei kielitieteen idea lingvistisestä tasosta ole muuta kuin empiirinen oletamus.

LIITE: LUOVUUSTEORIAT KOGNITIOTIETEESSÄ

Kognitiotieteessä tunnetaan kaksi toisistaan perustavalla tavalla poikkeavaa mallia luovuuden alkuperästä ja olemuksesta. Tässä liitteessä teen selkoa näistä teorioista. Seikkaperäisempi esitys löytyy monista kognitiotieteen oppikirjoista (ks. Brattico, tulossa). Taustalla on generatiivisuushypoteesiin kuuluva ajatus siitä, että luova järjestelmä (systeemi 1) pystyy korkeampiasteiseen luovuuteen kuin alemmat systeemit (systeemi 2). Kaikkein yksinkertaisin malli, jonka avulla voimme kuvata luovuutta, on ns. assosiativinen tai konnektiivistinen teoria. Descartes ei aikanaan kyennyt formalisoimaan tätä mallia; nykyään se käsitetään täsmällisemmin äärellisten tilojen malliksi tai Markov-malliksi. Tässä mallissa luovuus voidaan toteuttaa takaisinkytkentöjen avulla. Systeemin prosessi palaa jossain vaiheessa takaisin alkutilaansa, ja näin se jää mahdollisesti toistamaan samaa prosessia loputtomasti. Esimerkiksi lauseen sisällä oleva toinen lause (1) voidaan kuvata siten, että verbin jälkeen yksinkertaisesti siirrytään takaisin sellaiseen tilaan, josta lähtien voidaan tuottaa uusi lause. Esimerkissä (1) nuolet kuvaavat sanojen lineaarista järjestystä. Lauseiden alku on merkitty hakasulkeisiin selvyuden vuoksi.

(1) [LAUSE:] Pekka → uskoi → [LAUSE:]
että → Merja → rakasti → häntä

Vastaavasti musiikkikappale kuvattaisiin harmonian lineaarisena jatkumona, joka jää toistumaan kertauksen muodossa. Esimerkki (2) kuvaa tyypillisen kadenssin, eli lopukkeen, harmonisen rakenteen. Kadenssi päättyy samaan tilaan (I) mistä se on alkanut, joten sitä voitaisiin toistaa loputtomasti. Tähän ideaan perustuu suurin osa länsimaisesta populaarimusiikista.

(2) I → I/3 → IV → V7 → I

Esimerkissä (2) symbolit I, III/3, IV jne. viittaavat musiikin harmonisiin suhteisiin, jotka olisivat tässä tapauksessa sellaisia, että kuulija kokisi ne psykologisesti luontevina aivan samaan tapaan kuin tietyt sanajonot koetaan luontevina kielessä. Siis jos kielessä subjektia seuraa luontevasti sen luvussa ja persoonassa taipuva verbi, niin musiikissa ensimmäistä perussäveltä (toonikaa, I) seuraa luontevasti esimerkiksi toonikan terssikäännös (I/3) ja siten subdominantti (IV) ja dominantti (V).

Tällainen yksinkertainen takaisinkytkentä ymmärretään luovuudeksi, koska sen avulla voidaan luoda ääretön määrä erilaisia objekteja. Aina 60-luvulle asti sitä pidettiin luovuuden pääasiallisena syntymekanismina. Ihmisen luovuus on kuitenkin tätä oleellisesti monimutkaisempaa ja perustuu rekursion ja konstituenttien käytölle (Bever, Fodor & Garrett, 1968; Chomsky, 1957; Fodor & Pylyshyn, 1992; Newell & Simon, 1961; Saariluoma & Salo, 2000; Salo, 2001; 2003). Esimerkiksi lause (1) koostuu, ei pelkästään toisiinsa kytketyistä sanoista, vaan hierarkkisista konstituenttirakenteista.

(3) [_{CP} Pekka [_{VP} uskoi [_{CP} että Merja rakasti häntä]]]

Kielitieteilijöille tämä takaisinkytkentä on tuttu klassisista uudelleenkirjoitussäännöistä: kun lauseen konstituenttirakenteen alkusymboli on CP (Complementizer Phrase), niin rekursio syntyy, kun CP on uudelleenkirjoitusnuolen vasemmalla puolella siten, että se voi sisältyä toiseen CP:hen. Esimerkiksi rakenteen (3) voi kuvata seuraavilla uudelleenkirjoitussäännöillä. Sääntö (4b) johtaa rekursioon.

- (4)
 a. CP → (C) ... VP
 b. VP → V CP

Kielen ilmaisut eivät tämän mallin mukaan muodostu peräkkäisistä sanoista, vaan sinänsä näkymättömien lausekkeiden muodostamista rakenteista. Konstituenttirakenteen hierarkkisuus syntyy siitä, että rakenteet ovat sisäkkäisiä, ja niin ollen konstituentti on alisteinen sille konstituentille johon se sisältyy. Rekursion ansiosta sisäkkäisyys voi jatkua loputtomiin ja konstituenttirakenteet voivat olla periaatteessa miten mutkikkaita tahansa. Musiikissa hierarkkiset suhteet näkyvät esimerkiksi siinä, että kadenssin sisään voidaan sijoittaa toinen kadenssi tai harmoninen kehitemä. Taidemusiikissa tämántapainen kehittäminen on hyvin tyypillistä. Sen sijaan, että kadenssi päättyisi perussävellajiin eli toonikaan (I), se voi jatkaa matkaansa harhalopukkeen muodossa, palaten lopulta takaisin alkuperäiseen toonikaan (ks. Deutsch, 1999; Lerdahl & Jackendoff, 1983; Snyder, 2000). Tällöin kadenssin sisällä on toinen musiikillinen kehitemä, ja rakenteesta tulee hierarkkinen.

- (4) [_{kadenssi} I III/3 IV V7 [_{harhalopuke} VI IV/3 ...] I]

Kaikki se, mikä voidaan toteuttaa assosiatiiivisesti, voidaan toteuttaa käyttämällä rekursiivisia rakenteita, mutta ei päinvastoin. Toisin sa-

noen rekursiivinen luovuus on korkeampias-teista luovuutta kuin assosiatiiivinen luovuus. Kun assosiatiiiviset riippuvuussuhteet ovat aina hyvin lokaaleja, voidaan rekursiivisten rakenteiden avulla kuvata mielivaltaisen kauas ulottuvia riippuvuussuhteita. Mainittakoon myös, että vaikka muilla eläimillä saattaa esiintyä luovaa assosiatiiivista käyttäytymistä, ei ole mitään näyttöä siitä, että muiden lajien kognition kuvaamisessa tarvittaisiin rekursiota tai sitä vahvempia operaatioita (Corballis, 1992; Herman, Richards & Woltz, 1984; Premack, 1983; 1985; Snowdon, 1982; Fitch & Hauser, 2004).¹²

Generatiivisuushypoteesin mukaan ihmisen kognitiolle yhteinen luovuus olisi rekursiivista, korkeamman tason luovuutta, kun taas alemman tason prosessit toimisivat assosiatiiivisesti. On siis hieman harhaanjohtavaa väittää, että modulaariset prosessit eivät pystyisi lainkaan luovuuteen. Pikemminkin kyse on siitä, että niissä ilmenevä luovuus on oleellisesti heikompa laatua kuin symbolinen, rekursiivinen luovuus. Descartesilla ei vielä ollut välineitä tämän erottelun tekemiseksi.

VIITTEET

¹ René Descartes, Dedication, §26, *Principles of Philosophy* (1644/1997), s. 286—287, suomennos P.B. Vaikka Descartes näki selvästi ihmisen mielen pystyvän konstruoimaan rajattomia olioita, hän koki samalla, ettei ääreellinen mieli voinut pystyä tähän kirjaimellisesti. Tähän ongelmaan tuli täsmällinen ratkaisu vasta 1900-luvun alussa, ja nämä ratkaisut siirtyivät sittemmin kognitiotieteeseen 50-luvulla muodostaen nykyisen ydinteorian luovuudesta. Ks. tämän artikkelin liite.

² Fodor (1975), s. 31. Käytännössä monimutkaisten representaatioiden käsittelyä vaikeuttavat esimerkiksi erilaiset muistirajoitukset.

³ Descartes (1641/1997), Fifth Meditation, *Meditations on First Philosophy*, s. 170.

⁴ Descartes (1637/1997), s. 108.

⁵Jos luovuuden on täytynyt kehittyä muutamassa mil-

joonassa vuodessa, ei arkeologinen ja paleontologinen todistusaineisto tue hypoteesia, jonka mukaan se olisi edes näinkään vanha ilmiö. Päinvastoin, varmoja merkkejä luovasta toiminnasta on löydettävissä vasta noin 50000 vuotta sitten, kun monimutkaisen kulttuurin ensimmäiset merkit ilmaantuivat (Marshack, 1991). Tämä ei välttämättä edellytä luovuuden syntyä biologian näkökulmasta, ovathan kaikki nykyään elävät ihmiset paljon kaukaisempaa sukua toisilleen (Ayala, 1995; Hammer, 1995; Ruvolo, 1996). Se puoltaa hypoteesia, jonka mukaan luovuus on evoluution näkökulmasta nuori ilmiö. Tämä tukee puolestaan hypoteesia, jonka mukaan luovuuden kehittymiseen ei tarvita satoja rinnakkaisia, toisistaan riippumattomia hyppäyksiä.

⁶ Chomsky, 2005, s. 12.

⁷ Biologian termin representationaalinen modularismi väittää, että luovuuden kehittyminen perustuisi analogiaan (samanlaisten rakenteiden riippumattomaan kehitykseen), ei homologiaan, jolloin rakenteilla on yhteinen alkuperä.

⁸ Alkuperäinen termi "Great Leap Forward", ks. Diamond (1992).

⁹ Itse päädyin tähän hypoteesiin minimalistisen kieliteorian kautta, mitä pidän jälkiviisaasti monimutkaisena ja epäuskottavana perusteluna verrattuna esimerkiksi edellisessä luvussa tarkasteltuihin biologisiin argumentteihin. Kielitiede on niin sitoutunut kielilisiin tasoihinsa, että niiden ulkopuolinen todellisuus hämärtyy helposti näkymättömiin. Omassa mallissani lähdin siitä, että monet kielessä vaikuttavat lokaalit ilmiöt morfosyntaksista transformaatioihin ovat lokaaleja nimenomaan siksi, että niitä säätelevät prosessit ovat kielikohtaisia ja karteesilaisen modularismin perusteella ei-generatiivisia (Salo, 2003). Minimalistisen teorian mukaan tämä lokaalisuus on seurausta kielen "laiskuudesta".

¹⁰ Keskeinen käsite on ns. Spell–Out-vaihe, jossa kielellinen rakenne lähetetään fonologisen järjestelmän tulkittavaksi. Tämä vaihe korvasi osittain aikaisemmin oletetun s-rakenteen, joka ymmärrettiin omana representaatiotasonaan. Kvanttorien keskinäiset loogiset suhteet luetaan derivaation vaiheessa (ns. LF), jossa rakenne lähetetään semanttisen järjestelmän tulkittavaksi. Tällaisia vaiheita on useita.

¹¹ Semantiikka ja syntaksi eivät tunnetusti ole aivan isomorfisessa suhteessa (Baker, 1997). Generatiivisuushypoteesista toisaalta seuraa, että sikäli kun puhumme rekursiivisesta järjestelmästä, syntaksi ja semantiikka vastaavat toisiaan yksi-yhteen. Tämä jättää edelleen tilaa kielikohtaisille mekanismeille, joiden tehtävänä on tuottaa merkitysrepresentaatioista foneittien puhunos. Kielen ja semantiikan oletettu epäisomorfisuus kuvataan siten tässä ei-rekursiivisessa komponentissa. Tähän komponenttiin kuuluu mahdollisesti sanojen

morfosyntaktisten piirteiden määrittäminen ja ulkoasun toteuttaminen, linearisaatio, morfofonologia ja fonologia, ja niin edelleen. Lähdin itse ratkaisemaan kielikohtaisuuden ongelmaa soveltamalla näiden ilmiöiden selittämiseen ei-generatiivisia äärellisten tilojen malleja (Salo, 2003). Mitkään näistä prosesseista eivät vaadi tuekseen omaa rekursiivista representaatio-järjestelmäänsä, vaan kyseiset prosessit operoivat suoraan merkitysrepresentaatioilla, päätyen konkreettiseen puheentuottoon.

¹² Tässä on syytä lyhyesti kommentoida toisinaan esitettyä väitettä, jonka mukaan kielen olemuksen kuvaamiseen ei vaadita lainkaan rajoittamatonta rekursiivisuutta tai edes hierarkkisia konstituenttirakenteita. Tämä väite on selvä vastaväite generatiivisuushypoteesin sille lähtöoletukselle, että generatiivisuus on ihmisen kognitiolle tyypillistä. Esimerkiksi Fred Karlsson on lukuisissa yhteyksissä todennut tutkimaansa laajaan empiriseen aineistoon nojautuen, etteivät kielen käyttäjät tosiasiaassa käytä rekursiivisuuden mahdollistamia mielivaltaisen syviä rakenteita. Karlssonin havainto pyrkii osoittamaan, että Chomskyn (1957) keskeinen väite siitä, että kielissä esiintyy rajatonta rekursiota, on väärä. Luovuuskeskustelussa ja Chomsky alkuperäisessä argumentissa ei kuitenkaan ole kyse siitä, käytääkö ihminen luovuuttaan rajattomasti, vaan siitä, sisältykö ihmisen käyttäminen kognitiivisiin mekanismeihin käsitteellisesti tällainen mahdollisuus. Esimerkiksi matematiikan saralla kysymys kulminoituu siihen, sisältykö ihmisen ymmärtämään luonnollisen luvun käsitteeseen se ominaisuus, että ei ole olemassa suurinta luonnollista lukua, vai onko lukujärjestelmä äärellinen samalla tavalla kuin se on todistettavasti alle 3-vuotiaalla lapsella ja nähtävästi kaikilla eläimillä. Tämän kysymyksen kannalta ei ole mielekästä tutkia, miten suuria lukuja ihmiset ovat tähän asti suostuneet nimeämään esimerkiksi kirjoitetussa tekstissä. Vastaavasti kielitieteen kannalta siihen oletukseen, että lauseen sisällä voi olla toinen lause (*Pekka uskoi, että Merja rakasti häntä*), sisälty käsitteellisesti mahdollisuus jatkaa prosessia loputtomasti.

LÄHTEET

- Ayala, F.J. (1995). The myth of Eve: Molecular biology and human origins, *Science*, **270**, 1930–1936.
- Baker, M. (1997). Thematic roles and syntactic structure. Teoksessa L. Haegeman (toim.), *Elements of grammar*, (s. 73–137). Netherlands: Kluwer.
- Besson, M. & Schön, D. (2003). Comparison between language and music. Teoksessa I. Peretz & R. Zatorre (toim.), *The cognitive neuroscience of music*. Oxford: Oxford University Press.

- Bever, T.G., Fodor, J.A., & Garrett, M.A. (1968). A formal limitation of associationism. Teoksessa T.R. Dixon & D.L. Horton (toim.), *Verbal behavior and general behavior theory*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Bickerton, D. (1990). *Language and species*. Chicago: University of Chicago Press.
- Binkofski, F., Amunts, K., Stephan K., Posse, S. & Schormann T. (2000). Broca's region subserves imagery of motion: a combined cytoarchitectonic and fMRI study. *Human Brain Mapping*, **11**, 273–85.
- Bloom, P. (2000). *How children learn the meaning of words*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Bloom, P. (1994). Generativity within language and other cognitive domains. *Cognition*, **51**, 177–189.
- Bouchard, D. (1995). *The semantics of syntax*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brattico, P. (tulossa). *Biolingvistiikka: Johdatus kieleen, merkitykseen ja logiikkaan*. Helsinki: Palmenia.
- Bunge, S.A., Ochsner, K.N., Desmond, J.E., Glover, G.H. & Gabrieli J.D.E. (2001). Prefrontal regions involved in keeping information in and out of mind. *Brain*, **124**, 2074–2086.
- Carey, S. (1998). Knowledge of number: Its evolution and ontogeny. *Science*, **282**, 641–2.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague: Mouton.
- Chomsky, N. (1981). *Lectures on government and binding*. Berlin: Mouton
- Chomsky, N. (1988). *Language and problems of knowledge*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Chomsky, N. (2001). Derivation by Phase. Teoksessa M. Kenstowicz (toim.), *Ken Hale: A Life in Language* (s. 1–52). Cambridge, MA.: MIT Press.
- Chomsky, N. (2004). Beyond Explanatory Adequacy. Teoksessa A. Belletti (toim.) *Structures and beyond: The cartography of syntactic structures, Volume 3*. New York: Oxford University Press.
- Chomsky, N. (2005). Three factors in language design. *Linguistic Inquiry*, **36**: 1–22.
- Croft, W. & Cruse, D.A. (2004). *Cognitive linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cosmides, L. and Tooby, J. (1994). The evolution of domain specificity: the evolution of functional organization. Teoksessa L.A. Hirschfeld & S.A. Gelman (toim.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Corballis, M.C. (1992). On the evolution of language and generativity. *Cognition*, **44**, 197–226.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. Oxford: Oxford University Press.
- Deutsch, D. (1999). The processing of pitch combinations. Teoksessa D. Deutch (toim.) *The psychology of music*. San Diego: Little, Brown.
- Descartes, R. (1637/1997). *Discourse on the method*. Teoksessa *Principles of philosophy*. Suomentanut E.S. Haldanen ja G.R.T. Rossin englanninkieliseen käännökseen teoksessa *Descartes: Key Philosophical Writings* (1997). Hertfordshire: Wordsworth.
- Descartes (1641/1997), Fifth Meditation, *Meditations on first philosophy*. Teoksessa *Principles of philosophy*.
- Descartes, R. (1644/1997). Dedication. Teoksessa *Principles of philosophy*.
- Diamond, J. (1992). *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*. New York: HarperCollins.
- Ernard, W., Przeworski, M., Fischer, S.E., Lai, C.S.L., Wiebe, V., Kitano, T., Monaco, A.P. & Pääbo, S. (2002). Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature*, **418**, 869–872.
- Fitch, W.T & Hauser, M.D. (2004). Computational constraints on syntactic Processing in a Nonhuman Primate. *Science*, **303**, 377–380.
- Fodor, J.A. (1975). *Language of thought*. Cambridge, MA.:MIT Press.
- Fodor, J.A., & Pylyshyn, Z. (1988). Connectionism and cognitive architecture. A critical analysis. *Cognition*, **28**, 3–71.
- Fodor, J.A., & Lepore, E. (2002). *The compositionality papers*. Oxford: Clarendon Press.
- Friederici, A., Optiz, B. & von Cramon D. (2000). Segregating semantic and syntactic aspects of processing in the human brain: an fMRI investigation of different word types. *Cerebral Cortex*, **10**, 698–705.
- Friederici, A., Bahlmann, J., Heim, S., Schubotz, R.I. & Anwender, A. (2006). The brain differentiates human and non-human grammars: Functional localization and structural connectivity. *Proceedings of the National Academy of*

- Sciences*, **103**, 2458–2463.
- Gallistel, C.R., & Gelman, R. (2000). Non-verbal numerical cognition: From reals to integers. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 59–65.
- Gazzaniga, M. S. (toim.) (1999). *The New Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Gelman, R. & Gallistel, C.R. (2004). Language and the Origin of Numerical Concepts. *Science*, **306**, 441–443.
- Gordon, P. (2004). Numerical Cognition Without Words: Evidence from Amazonia. *Science*, **306**, 496–499.
- Greenfield, P. (1991). Language, tools, and the brain: the ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, **14**, 531–595.
- Hammer, M.F. (1995). A recent common ancestry for human Y chromosomes. *Nature*, **378**, 376–378.
- Hauser, M.D., Carey, S. & Hauser, L. (2000). Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, **267**, 829–33.
- Hauser, M.D., Chomsky, N. & Fitch, W.T. (2002). The Faculty of Language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, **298**, 1569–1579.
- Herman, L.M., Richards, D.G. & Wolz, J.P. (1984). Comprehension of sentences by bottlenosed dolphins. *Cognition*, **16**, 129–219.
- Humboldt, W. v. (1836/1960). *Über die Verschiedenheit des Menschlichen Sprachbaues*. Facsimile ed. F. Dümmlers Verlag, Bonn.
- Iacoboni, M., Woods, R., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J., Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitations. *Science*, **286**, 2526–28.
- Jackendoff, R. (1990). *Semantic structures*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Jackendoff, R. (1997). *The architecture of the language faculty*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Just, M.A., Carpenter, P.A., Keller, T.A., Eddy, W.F., & Thulborn, K.R. (1996). Brain activation modulated by sentence comprehension. *Science*, **274**, 114–16.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Kendon, A. (1991). Some considerations for a theory of language origins. *Man*, **26**, 199–221.
- Langacker, R.W. (1987). *Foundations of cognitive grammar, vol 1*. Stanford: Stanford University Press.
- Langacker, R.W. (1991). *Foundations of cognitive grammar, vol. 2*. Stanford: Stanford University Press.
- Leino, P. (1993). *Kieli 7: Polysemia – kielen moniselitteisyys*. Helsinki: Helsingin yliopiston suomen kielen laitos.
- Lerdahl, F & Jackendoff, R. (1983) *A generative theory of tonal music*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Lieberman, A.M. & Mattingley, I.G. (1989). A specialization for speech perception. *Science*, **243**, 489–494.
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T.C. Friederici, A.D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. *Nature neuroscience*, **4**, 540–544.
- Marantz, A. (1997). No escape from syntax: Don't try morphological analysis in the privacy of your lexicon. Teoksessa A. Dimitriadis, L. Siegel, C. Surek-Clark & A. Williams (toim.), *Proceedings of the 21st Annual Penn Linguistic Colloquium. Pennsylvania Working Papers in Linguistics*, **4.2**. Philadelphia: Penn Linguistics Club.
- Marshack, A. (1991). *The roots of civilization*. Moyer Bell: Mount Kisco.
- Marshall, J. (1984). Multiple perspectives on modularity. *Cognition*, **17**, 209–242.
- McGrew, W.C., Marchant, L.F. and Nishida, T. (1996). *Great ape societies*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Muller, R., Kleinhaus, N., Courchesne, E. (2001). Broca's area and the distribution of frequency transitions: an fMRI study. *Brain and Language*, **76**, 70–76.
- Newell, A., & Simon, H.A. (1961). Computer simulation of human thinking. *Science*, **134**, 2011–2017.
- Newell, A., & Simon, H.A. (1963). GPS: A program that simulates human thought. Teoksessa E. A. Feigenbaum & J. Feldman (toim.), *Computers and thought*, (s. 279–293). New York: McGraw-Hill.
- Núñez-Peña, M.I. & Honrubia-Serrano, M.L. (2004). P600 related to rule violation in an arithmetic task. *Cognitive Brain Research*, **18**,

- 130–141.
- Patel, A.D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, **6**, 674–681.
- Piattelli-Palmarini, M. (toim.) (1980). *Language and learning: The debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Pinker, S. & Bloom, P. (1990). Natural language and natural selection. *Brain and Behavioral Studies*, **13**, 707–784.
- Plaut, D.C. (1995). Double dissociation without modularity: Evidence from connectionist neuropsychology. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **17**, 291–321.
- Premack, D. (1983). The codes of man and beasts. *Behavioral and Brain Sciences*, **6**, 125–167.
- Premack, D. (1985). "Gavagai!" or the future history of the animal language controversy. *Cognition*, **19**, 207–296.
- Pylyshyn, Z.W. (1999). Is vision continuous with cognition? The case for cognitive impenetrability of visual perception. *Behavioral and Brain Science*, **22**: 341–423.
- Ruvolo, M. (1996). A new approach to studying modern human origins: Hypothesis testing with coalescence time distributions. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **5**, 202–219.
- Saariluoma, P. & Salo, P. (2000). Symboliset mallit. Teoksessa P. Saariluoma, M. Kamppinen & M. Hautamäki (toim.) *Moderni kognitiotiede*. Gaudeamus: Helsinki
- Salo, P. (2001). Kieli, kognitio ja konnektionismi. *Ajatus*, **58**, 153–188.
- Salo, P. (2003). *Causatives and the empty lexicon: A minimalist perspective*. Academic dissertation, University of Helsinki
- Sarich, V.M. & Wilson, A.C. (1967). Immunological time scale for hominid evolution. *Science*, **158**, 1200–1203.
- Snowdon, C.T. (1982). Linguistic and psycholinguistic approaches to primate communication. Teoksessa C.T. Brown & M.R. Petersen (toim.), *Primate communication*, (s. 212–238). Cambridge: Cambridge University Press.
- Snyder, B. (2000). *Music and memory: An introduction*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Strum, Shirley (1987). *Almost human: A journey into the world of baboons*. New York: Random House.
- Terrace, H.S. (1985). In the beginning was the name. *American Psychologist*, **40**, 1011–1028.
- Williams, E. (2003). *Representation theory*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, **24**, 145–293.
- Ullman, M.T. (2001). A Neurocognitive Perspective on Language: The Declarative/Procedural Model. *Nature*, **2**, 717–726
- Ullman, M.T. (2004). Contributions of memory circuit to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, **92**, 231–270.

CARTESIAN LINGUISTICS RETURNS TO COGNITIVE SCIENCE

Pauli Brattico, Department of psychology, Siltavuorenpenger 20 C, 00014 University of Helsinki

According to Descartes, the generative capacity of the human mind is derived from a single source, whether in connection with language, thinking, mathematics, music, or visual arts. This source, as conceived by Descartes, was the indivisible immaterial soul. In cognitive science, such creativity is traditionally viewed as a modular phenomenon, so that the generative structure of language is based on a markedly different system as the generative structure in mathematics. Every generative system of representation relies on its own domain-specific generative engine. Recently, however, Descartes' single source hypothesis has gained more and more support in cognitive sciences, linguistics and neurosciences. In this article, I will review empirical and theoretical reasons that have resulted in such a revitalization of Descartes' view, with a special emphasis on the significance of this idea to linguistics.

Keywords: creativity, generativity, recursion, hierarchical representations, minimalism.