679

LAPSEN ÄLYLLINEN KEHITYS JA MUSIIKIN KEKSIMINEN

Musiikkikasvatuksen
lisensiaatintutkielma
Jyväskylän yliopiston
musiikkitieteen laitos

18.6. 1997

Pirkko Paananen

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta	Laitos
HUMANISTINEN	Musiikkitieteen laitos

Tekijä

Paananen, Pirkko Annikki

Työn nimi

Lapsen älyllinen kehitys ja musiikin keksiminen

Oppiaine	Työn laji
Musiikkikasvatus	Lisensiaatintutkielma
Aika	**Sivumäärä**
kesä 1997	136

Tiivistelmä - Abstract

Tutkimukseni kohdistuu lapsen musiikilliseen kehitykseen ja musiikin keksimiseen kahden kognitiivisen kehitysteorian näkökulmasta, jotka ovat klassinen Jean Piaget'n teoria sekä neopiaget'lainen Robbie Casen teoria. Musiikillisen kehityksen mallin muodostan tulkitsemalla musiikillista kehitystä koskevia keskesiä empiirisiä tutkimuksia Casen teorian pohjalta.

Informaationprosessoinnin teorian ja neuropsykologian näkökulmista Piaget'n strukturalistisessa teoriassa on puutteita. Myös kehitysmekanismi on liian yleinen, jotta sen avulla voitaisiin selittää, kuinka siirtyminen musiikillisesta kehitysvaiheesta toiseen tapahtuu. Musiikillisesta konservaatiosta on niin ikään kiistelty pitkään. Syntaktiset ulottuvuudet, jotka perustuvat ajan ja säveltason yhteisvaikutukselle, eivät ole konservoituvia loogisen kompensaation mukaisesti. Musiikin keksiminen hyödyntää kuitenkin myös syntaktista ajattelua.

Casen teoria on informaationprosessoinnin teorian ja neuropsykologian näkökulmista ajanmukaisempi. Kehitysmekanismi perustuu hierarkkiseen integraatioon. Tilannekohtaisten skeemojen yhdistyminen heijastuu lyhytkestoisen muistin kasvuun ja tarkkaavuuteen. Ns. keskeiset käsiterakenteet, jotka ovat aluespesifejä verkkoja, suuntaavat tiedon valikoitumista, mikä ilmenee ikätyypillisenä tapana tulkita ongelmatilanteita.

Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne on musiikin koherenssia ylläpitävä perusrakenne. Yllätyksiä lapsen keksimässä musiikissa on tulkittava suhteessa jo kehittyneeseen perusrakenteeseen. Sensomotorisessa vaiheessa kehittyy kyky kontrolloida useita yleisiä parametrisiä muutoksia samassa operaatiossa. Vaiheen lopulla tämä saavutus voidaan havaita musiikillisen kuvion ilmaantumisena. Kuvio toimii yksikkönä relationaalisessa vaiheessa. Relationaalisessa vaiheessa musiikin tuottamisessa keskeisiä ovat musiikillisten kuvioiden väliset yleiset samankaltaisuussuhteet sekä musiikillisten kuvioiden sisäiset ajalliset ja säveltasoon liittyvät suhteet. Näiden suhteiden koordinoituessa ylemman asteen yksiköksi, syntyy musiikin lineaarinen pintataso, joka kuitenkaan ei ole täysin hierarkkinen. Dimensionaalisessa vaiheessa lineaarisen pinnan lisäksi kehittyvät hierarkkiset suhteet, joiden keskenään konfliktoivia vaikutuksia vaiheen lopulla aletaan hallita. Lapselle muodostuu käsitys metristä, jonka kanssa rytminen ryhmittely voi olla erisuuntainen. Metri ylläpitää jatkuvuutta horisontaalisessa ulottuvuudessa. Vertikaalisessa ulottuvuudessa kehittyvät tonaaliset stabiliteettisuhteet asteikon sisällä ja sävellajien välillä, ja lapsi oppii ymmärtämään melodiaa ja harmoniaa toisistaan riippumattomina syntaktisina ulottuvuuksina. Paikallisten ja globaalin tonaliteetin välisiä erisuuntaisia vaikutuksia aletaan ymmärtää metrin luomassa ajallisessa kehyksessä vaiheen lopulla.

Asiasanat: kognitiivinen kehitys, tonaalinen, hierarkkiset suhteet, musiikin keksiminen

Säilytyspaikka: Jyväskylän yliopiston musiikkitieteen laitos

SISÄLLYS

1. Johdanto 1

2. Piaget'n teoria lapsen älyllisestä kehityksestä 7

2.1. Tiedon käsittely ja sisäiset mallit 8
2.2. Kehitysmekanismi 15
2.3. Kehitysvaiheet 16

2.3.1. Sensomotorinen vaihe 17
2.3.2. Esioperationaalinen vaihe 18
2.3.3. Konkreettisten operaatioiden vaihe 20
2.3.3.1. Säilyvyys eli konservaatio 22
2.3.3.2. Musiikillinen konservaatio 24
2.3.4. Formaalien operaatioiden vaihe 27

2.4. Yhteenveto 29

3. Casen teoria lapsen älyllisestä kehityksestä 33

3.1. Tiedon käsittely ja sisäiset mallit 38

2.1.1. Lyhytkestoinen muisti ja tarkkaavuus 42
2.1.2. Casen lyhytkestoisen muistin testit 45

3.2. Kehitysmekanismi 48
3.3. Kehitysvaiheet 50

3.3.1. Sensomotorinen vaihe 51
3.3.1. Relationaalinen (interrelationaalinen) vaihe 53
3.3.3. Dimensionaalinen vaihe 55
3.3.4. Vektoriaalinen (abstrakti dimensionaalinen) vaihe 58

3.4. Yhteenveto 59

4. Musiikillisen tiedon käsittely ja musiikilliset mallit 64

4.1. Tarkkaavuus ja lyhytkestoinen muisti 67
4.2. Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne 68
4.3. Musiikin keksiminen 75
4.4. Yhteenveto 81

5. Tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen ja musiikin keksimisen kehitys Casen kehitysmekanismin sovelluksena 84

5.1. Sensomotorinen vaihe 85

5.1.1 Ajallinen ulottuvuus 85
5.1.2. Säveltasoulottuvuus 85
5.1.3. Esimusiikillinen tuottaminen 86
5.1.4. Yhteenveto: musiikilliset sensomotoriset kontrollirakenteet 87

5.2. Relationaalinen vaihe 89

5.2.1. Ajallinen ulottuvuus 89
5.2.2. Säveltasoulottuvuus 90
5.2.3. Musiikin keksiminen 91
5.2.4. Yhteenveto: musiikilliset relationaaliset kontrollirakenteet 92

5.3. Dimensionaalinen vaihe 96

5.3.1. Ajallinen ulottuvuus 96
5.3.2. Säveltasoulottuvuus 98
5.3.3. Musiikin keksiminen 101
5.3.4. Yhteenveto: musiikilliset dimensionaaliset kontrollirakenteet 108

5.4. Yhteenveto 111

6. Päätäntö 117

Lähteet 125

1. Johdanto

Musiikin keksiminen on sekä esikouluikäisissä ilmenevä universaali ilmiö että kulttuurisesti yleinen kyky ainakin niissä kulttuureissa, joissa improvisaatiota arvostetaan ja harrastetaan (Sági & Vitányi 1988). Myös länsimaisen taidemusiikin perinteeseen on aikoinaan kuulunut improvisointi. Nykyajan suomalaisessa musiikkikasvatuksessa säveltämistä ja improvisoimista ei kuitenkaan yleisesti edistetä samassa määrin kuin musiikin kuuntelemisen ja esittämisen taitoja. Opettajat saattavat olla vieraantuneita keksimisen käytännöstä, eivätkä aina tiedä, mitä minkäkin ikäiseltä lapselta voi odottaa, miten musiikin keksimistehtäviä pitäisi laatia ja lapsen tuotosta arvioida.

Musiikin keksimistä voidaan tarkastella paitsi yksilöllisten tekijöiden kuten perittyjen taipumusten suhteen myös kehityspsykologisena ilmiönä. Lapsen kehitystä koskevat teoriat jakautuvat kahteen laajaan tutkimusalueeseen, jotka ovat sosiaalisen käyttäytymisen ja persoonallisuuden kehitys sekä kognitiivinen kehitys. Vuosisatamme suuriin kehitysteorioihin voidaan lukea Freudin psykoseksuaalinen teoria sekä siitä polveutuva Eriksonin psykososiaalinen teoria, Piaget'n kognitiivista kehitystä käsittelevä vaiheteoria, Vygotskin sosiokulttuurinen eli kontekstualistinen teoria sekä uusimpana informaation-prosessoinnin teoria. Koska kehitys kokonaisuudessaan sisältää laadultaan ja tasoltaan monenlaisia tekijöitä, eri kehitysteorioilla on toisiaan täydentävä rooli. Kunkin tutkimusperinteen kehityksessä voidaan havaita jatkuvaa rinnakkaisten tutkimusperinteiden sulauttamispyrkimystä. Tällä tavoin teoriat myös saattavat osittain kilpailla keskenään.

Musiikillisen kehityksen tutkimus on yhtäältä pysynyt erillisenä alueenaan, toisaalta kehitysteorioita on käytetty orientoivassa roolissa. Sundin (1977) kuvaa musiikillista kehitystä rinnan Piaget'n kognitiivisten ja Eriksonin psyko-sosiaalisten kehitysvaiheiden kanssa. Swanwick (1988) omaksuu Piaget'n leikkiteoreettisen näkökulman, mutta kuvaa musiikillisten kehitysvaiheiden sisällöt empiiristen löydösten perusteella.

Piaget'n teoriaa on sovellettu musiikin alueelle useimmiten suuntaavasti, mutta myös metodologisesti. Uraauurtaviin tutkimuksiin kuuluu Pflederer-Zimmermanin laatima sovellus Piaget'n muotoilemista säilyvyyden eli konservaation käsitettä mittaavista tehtävistä. Musiikillisen konservaation käsite on kuitenkin kiistanalainen: yhtäällä se on hyväksytty validina (Hargreaves 1986, 44), toisaalla taas ei (Hildebrandt 1987, 85-86; Serafine 1980, 9).

Uudempien kokeellisten tutkimusten orientaatio on peräisin informaation-prosessoinninteoriasta. Näille tutkimuksille on tyypillistä paitsi muistin, strategioiden ja ongelmanratkaisun prosessien tutkiminen myös tietokoneen käyttö testivälineenä (esim. Laske 1979; Wilson & Wales 1995). Kehityspsykologisen tutkimuksen kohteena voisivat nykyään olla paitsi lapset myös itseorganisoituvat tietokoneverkot, jotka mallintavat lapsen musiikillista kehitystä syntymästä kouluikään. Tällaisia verkkoja saattaakin jo olla kehitteillä.

Olen rajannut tarkasteluni kohteeksi musiikillisen kehityksen ja musiikin keksimisen nimenomaan kognitiivis-älyllisenä toimintana. Tavoitteenani on esittää näkemys siitä, kuinka lapsen musiikillinen tietämys muodostuu, ja kuinka eroja eri kehitystasoilla olevien lasten tuottamisessa pitäisi tulkita. Lapsen kielellisessä, sosiaalisessa, loogis-matemaattisessa ja musiikillisessa kehityksessä on yhteisiä piirteitä. Kognitiivisten kehitysteorioiden laatijat ovat useimmiten olleet kiinnostuneet testaamaan lapsia ei-musiikillisten tehtävien avulla. Ei ole itsestään selvää, voivatko tällaiset teoriat selittää myös musiikillista kehitystä. Keskeinen kysymys onkin, voidaanko lapsen kyvyn käyttää musiikillista tietämystään tulkita selittyvän jostakin yleisestä ajattelun kehitysmekanismista käsin.

Tärkeimmät kognitiivista kehitystä koskevat teoriat[1] ovat Piaget'n teoria,

[1] Millerin mukaan kognitiivisten kehitysteorioiden haastajana voidaan pitää Banduran sosiaalisen oppimisen teoriaa, jota ei voida pitää varsinaisesti kehitysteoriana. Informaation-prosessoinnin teoreetikoiden tapaan Bandura korostaa tarkkavuuden, muistin ja sääntöjen muodostumisen merkitystä oppimisessa. Kognitiivisen kehityksen kuvaus on kuitenkin siinä vielä tällä hetkellä puutteellinen; myös kognitiivisen kehityksen ja sosiaalisessa ympäristössä tapahtuvan observationaalisen oppimisen suhde on selvittämättä. (Miller 1993, 225-229.)

Vygotskin teoria sekä informaationprosessoinnin teoria (esim. Klahr &Wallace 1976; Siegler 1986). Teorioista nuorimpaan, informaationprosessoinnin teoriaan, on vaikuttanut sekä piaget'lainen että vygotskilainen tutkimus. Tutkimukseni lähtökohtana oleva Robbie Casen (1985, 1992) teoria luokitellaankin yhtäällä neopiaget'laiseksi (Atkinson, Atkinson, Smith & Bem 1993; Case 1985, 1992; Miller 1993) ja toisaalla informaationprosessoinnin teoriaksi (Siegler 1986). Sitä voidaan pitää synteesinä näistä kahdesta.

Piaget'n strukturalistinen pyrkimys mallintaa mieltä universaaleina sisällöstä vapaina loogisina rakenteina on saanut osakseen kritiikkiä. Koska musiikillista kehitystä ei voida selittää loogisen rakenteen avulla, on etsittävä muita syitä lapsessa kehittyvälle kyvylle abstrahoida ja yhdistellä musiikin loogisia ja syntaktisia elementtejä. Vaikka Piaget kuvasi kehitystä yksityiskohtaisesti, häneltä puuttuu yksityiskohtainen vaiheesta toiseen siirtymistä selittävä kehitysmekanismi, jota voisi hyödyntää deduktiivisesti.

Piaget'n aikalaisen Vygotskin sosiokulttuurinen teoria tuli tunnetuksi lännessä vasta useita vuosikymmeniä syntymänsä jälkeen. Piaget'n ja Vygotskin perusajatukset ovat yhdenmukaiset: vuorovaikutus ympäristön kanssa sisäistyy lapsessa kehityksen myötä. Vygotski korostaa kuitenkin sosiaalista vuorovaikutusta, kieltä ja kehityksen prosessiluonnetta, kun Piaget asettaa keskeiselle sijalle sensomotorisen ja älyllisen ongelmanratkaisun ja kehityksen myötä ilmaantuvat loogiset rakenteet. Vygotskia voidaan arvostella liian vähästä huomiosta varsinaisiin kehitykseen liittyviin kysymyksiin[2] (Miller 1993, 405). Myöskään sosiokulttuurinen teoria ei tarjoa mekanismia musiikillista kehitystä koskevien empiiristen löydösten systemaattiseen tulkintaan.

Informaationprosessoinnin teoriassa korostuvat rakenteiden sijasta ongelmanratkaisun, tarkkaavuuden ja muistin prosessit, joiden kautta tietämysrakenteet muodostuvat. Informaationprosessoinnin teoreetikot ovat

[2] Vygotskin (1982) keskeinen käsite, lähikehitysvyöhyke (zone of proximal development), tarkoittaa käsitteellistä etäisyyttä, joka vallitsee lapsen itsenäisen ja avustetun suorituksen välillä. Lähikehitysvyöhykkeen laajuudesta ei vielä voida päätellä, mikä on lapsen kehitystaso suhteessa muihin samanikäisiin lapsiin; Vygotskilta puuttuvat myös kehitystä mittaavat prototyyppiset tehtävät (Miller 1993, 417-420).

mallintaneet piaget'laisten operaatioiden taustalla olevia prosesseja tietokoneella. He ovat myös soveltaneet Vygotskin metodia, jossa pyritään selvittämään, milloin aiemmin suorittamisen ulottumattomissa oleva asia tulee lapselle mahdolliseksi, ja kuinka eri ikäiset lapset kehittävät strategioita ongelman ratkaisemiseksi (Siegler & Jenkins 1989). On havaittu, että joissakin olosuhteissa lapset suoriutuvat samanmuotoisista tehtävistä paremmin kuin toisissa. Kohteen tuttuus ja erottuvuus, kokemuksen määrä sekä testaajien käyttämä kieli vaikuttavat lapsen suoritukseen (Markman 1989; Miller 1993). Informaationprosessoinnin teoriassa lähdetäänkin kontekstualistisesta oletuksesta, että tietämys karttuu spesifeissä tilanteissa.

Informaationprosessoinnin teorioihin voidaan väljästi ajatellen myös lukea ns. aluespesifit (domain specific) näkökulmat, joista kuuluisin lienee Gardnerin (1983) teoria. Kyseisissä näkökulmissa ajatellaan tietämyksen karttuvan eri aisteille ja toiminnoille perustuvilla alueilla kuten matemaattisella, kielellisellä, musiikillisella alueella itsenäisesti, toisten tietämysalueiden kehityksestä riippumatta. Älyllinen kehitys on toisin sanoen aluespesifiä. Nämä erilliset älykkyydet kehittyvät rinta rinnan mitä tulee ajattelun monimutkaisuuteen. Gardner ei kuitenkaan selitä kehitysmekanismin avulla tämän yhtäläisyyden syytä.

Useimpien informaationprosessoinnin tutkijoiden keskittyessä mallintamaan oppimisprosessien yksityiskohtaisia askelia kehityksen yleiset tekijät jäivät varjoon. Neopiaget'laisessa tutkimuksessa yleinen resursseihin liittyvä tekijä on sen sijaan perinteisesti huomioitu. Case (1985) olettaa Piaget'n tapaan, että yleisten laadullisten erojen taustalla ovat aivojen biologiseen kypsymiseen liittyvät syyt. Lisäksi Case olettaa kypsymisen heijastuvan lapsen prosessointitehokkuuteen ja sitä myötä lyhytkestoiseen muistitilaan. Case on niin ikään testannut lasten lyhytkestoisen muistitilan kehitystä.

Casen teoria soveltuu tutkimukseeni erityisesti siitä syystä, että se tarjoaa riittävän taloudellisen ja yksityiskohtaisen kehitysmekanismin. Kyseisellä teorialla on potentiaalia sekä jatkaa että korjata musiikillisen kehityksen

piaget'laista tutkimusperinnettä myös siksi, ettei kehitysmekanismia ole johdettu loogisista rakenteista. Sama mekanismi selittää paitsi loogisen myös spatiaalisen ja sosiaalisen alueen kehitystä. Case on viimeksi laajentanut teoriaansa myös spatiaalisella alueella piirtämiseen ja sosiaalisella alueella tarinankerrontaan. Musiikin alueelle Casen teoriaa ei vielä ole sovellettu.

Tutkimukseni otsikko on 'Lapsen älyllinen kehitys ja musiikin keksiminen'. Olen halunnut ilmaista rajauksellani keskittyväni kognitiivisen kehityksen osa-alueista älylliseen toimintaan eli kykyyn, jota yksilö käyttää havaintotiedon yhdistämiseen mielekkääseen toimintaan. Tässä tapauksessa kysymys on kuulonvaraisen epäsuoran musiikillisen tiedon hyödyntämisestä musiikin tuottamisessa. Tuottamisen erityiskysymykseksi olen valinnut musiikin omaehtoisen luomisen eli musiikin keksimisen. Yläkäsitteenä musiikin keksiminen sisältää arvovarauksetta[3] kaikenlaisen musiikin keksimisen lapsen spontaaneista lauluista ja vastavuoroisista 'kysymys-vastaus -leikeistä' aikuisen muusikon reaaliajassa etenevään improvisaatioon ja työstävään säveltämiseen.

Tehtävänäni on soveltaa Casen teoriaa musiikin alueelle. Casen kehitystä koskeva perusidea liittyy sisäisten mallien hierarkkiseen kehitykseen. Vaiheet muistuttavat Piaget'n kuvaamia kehitysvaiheita, mutta niiden perustana oleva kehitysmekansimi on täysin erilainen. Esitän lapsen musiikillisten mallien muodostumisen ajallisen ulottuvuuden ja tonaliteetin osalta sensomotorisesta kehitysvaiheesta dimensionaaliseen vaiheeseen eli noin yhdentoista vuoden ikään saakka.

Aineistona käytän joitakin keskeisiä tutkimuksia, joita lapsen musiikillisesta kehityksestä on tähän mennessä tehty. Tutkimusmenetelmä liittyy kehitysmekanismiin: olipa skeeman sisältö mikä tahansa, on hierarkkisen kasvun periaate yhteinen. Sensomotoriset skeemat muodostavat lujittuessaan ylemmän tason relationaalisia rakenteita, jotka puolestaan kouluiässä lujittuvat jälleen ylemmän tasoisiksi dimensionaalisiksi rakenteiksi. Musiikillisten saavutusten vaiheteoreettinen tulkinta onkin aloitettava vauvaiästä, jotta kouluikäisen

[3] Iso-Britanniassa musiikin keksiminen on jo normaali osa koulun opetussuunnitelmaa (the National Criteria for Music for GCSE) (Davies 1986, 279). Englannin kielessä termejä 'composition' ja 'improvisation' käytetään myös lasten keksimisprosesseista ja niiden tuotteista. Suomenkielessä termi 'säveltäminen' on merkitykseltään elitistisempi ja viittaa aikuiseen ammattilaiseen.

musisointia voitaisiin ymmärtää.

Aineiston tulkinta ei ole aivan ongelmatonta. Osa tutkimuksista liittyy lapsen kuulonvaraisiin kykyihin, osa puolestaan jäljittelyyn, musiikin symboliseen kuvaamiseen tai keksimiseen. Tästä syystä käsittelen erikseen kulloisessakin kehitysvaiheessa lapsen saavutukset ajallisen ulottuvuuden alueella, tonaliteetin alueella sekä keksimistehtävissä, ja muodostan tämän jälkeen oletukset musiikillisten mallien kehityksestä kehitysvaiheen mukaisesti.

Luvun 2 lähtökohtana on Piaget'n teorian arviointi modernimmista informaationprosessoinnin sekä neuropsykologian näkökulmista. Tämä on välttämätöntä ensinnäkin, jotta Piaget'n vahvuudet säilyttävä ja heikkoudet karsimaan pyrkivä neopiaget'lainen näkökulma tulisi ymmärrettäväksi. Toiseksi kysymys musiikillisesta konservaatiosta on olennainen pohdittaessa nimenomaan kouluikäisen musiikillista kehitystä. Luku 3 esittelee Casen teorian sovelluksineen eri alueille. Luvussa 4 esitellään tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne ja musiikin keksimisen ilmiö aikuisen näkökulmasta. Luvussa 5. tulkitaan musiikillista kehitystä koskevien tutkimusten tuloksia Casen mekanismia soveltaen ja muodostetaan kuva musiikillisen keskeisen käsiterakenteen kehityksestä vauvaiästä kouluikään. Luku 6, päätäntö, esittää tutkimuksen tuloksena musiikillisen kehityksen mallin.

2. Piaget'n teoria lapsen älyllisestä kehityksestä

Jean Piaget'n lapsen älyllistä kehitystä käsittelevällä teorialla on ollut hallitseva rooli kehityspsykologian alueella aina näihin päiviin asti. Piaget'lainen tutkimussuunta on ollut vahvasti edustettuna myös musiikillisen kehityksen alueella 60-luvulta lähtien (ks. esim. Hargreaves 1986, 32; Serafine 1980, 1-21). Kun tutkimuksen kohteena on lapsen musiikillis-älyllinen kehitys, on perusteltua kysyä, onko Piaget'n muodostama kuva kognitiiviseen puoleen sisältyvistä keskeisistä kysymyksistä kuten mielen sisäisistä malleista, informaation prosessoinnista, kognitiivisen kehityksen mekanismista ja kehitysvaiheista sellainen, että sen avulla parhaiten voidaan selittää eri-ikäisten lasten musiikin havaitsemista ja tuottamista.

Piaget kuvasi ajattelun kehittymistä biologisen metaforan avulla. Eliön biologinen kehittyminen perustuu jatkuvan, aktiivisen vuorovaikutuksen dynamiikalle eliön itsensä ja ympäristön välillä. Piaget katsoi mentaalien rakenteiden kehittymisen olevan samalla tapaa jatkuvaa, konstruktiivista ja dynaamista. Strukturalistina Piaget yhdisti biologisen adaptaation idean loogisiin rakenteisiin, joiden avulla hän saattoi kuvata kognitiivisia rakenteita systemaattisesti ja taloudellisesti. Vaikka Piaget'n perusidea ajattelusta on dynaaminen, olivat Piaget'n mielenkiinnon kohteena ennen kaikkea juuri universaalit loogiset rakenteet - ei reaaliajassa tapahtuva informaation prosessointi. Strukturalismi ilmenee erityisesti siinä Piaget'n käsityksessä, että kehityksen myötä eriytyvät ja integroituvat skeemat muodostavat loogisia rakenteita. Esimerkiksi 7-11-vuotiaan lapsen saavutuksiin kuuluva säilyvyyden eli konservaation käsite voidaan kuvata määrällisten suhteiden muodostaman koordinaatiston avulla, jossa kohteena olevat kaksi ulottuvuutta ovat toisensa kompensoivia (esim. matalasta lasista kaadettaessa vettä korkeaan pituus kompensoi leveyden). Voidaankin kysyä, kehittyykö musiikillisen tietämyksen alueella tällaisia kompensaatioon perustuvia säilyvyyden käsitteitä.

Piaget'n teoria on osoittautunut menestyksekkäimmäksi juuri loogis-matemaattisten rakenteiden kehityksen kuvaajana (Hautamäki 1995; Case 1985). Käsitteellisiä tasoja ei kuitenkaan aina voida kuvata loogisen rakenteen avulla.

Käsitteet voivat perustua esimerkiksi perheyhtäläisyyteen, jolloin kohde koetaan enemmän tai vähemmän johonkin luokkaan kuuluvaksi sen mukaan, kuinka paljon luokkatyypillisiä piirteitä sillä on (ks. esim. Markman 1989). Myös eri tietämysalueilla (kielellinen, spatiaalinen, musiikillinen jne.) kehittyvillä käsitteellisillä tasoilla on omat, loogisesta rakenteista poikkeavat spesifit käsiterakenteensa (Gardner 1983; Case 1985, 1992). On jopa huomautettu, että musiikillisen ajattelun kuvaajaksi Piaget'n teoria ei sovi (Gardner 1973).

Keskeisen osan Piaget'n teoriasta muodostaa vaiheteoria. Sen mukaan lapsen kehityksessä ilmenee sarja universaaleja vaiheita: sensomotorinen vaihe, esioperationaalinen vaihe, konkreettien operaatioiden vaihe sekä formaalien operaatioiden vaihe. Vaiheet seuraavat toisiaan kiinteässä, muuttumattomassa järjestyksessä ja ajoittuvat tiettyihin ikäkausiin. Varhaisemmissa vaiheissa hankitut saavutukset muodostavat pohjan seuraaville vaiheille.

Vaiheesta toiseen siirtyminen johtuu skeemojen assimilaatio-akkomodaatio - taipumuksesta, joka johtaa rakenteiden integroitumiseen. Assimilaatio merkitsee, että havainnon tai toiminnan kohde sulautuu skeeman mukaan; akkomodaatio puolestaan tarkoittaa skeeman mukautumista kohteeseen sopivaksi. Tasapaino- eli ekvilibraatiotilassa sulauttaminen ja mukauttaminen ovat tasapainossa, eikä kumpikaan dominoi toista. Piaget'n kehitysmekanismista puuttuu kuitenkin yksityiskohtaisempi selitys, kuinka lapsi siirtyy sensomotorisesta vaiheesta esioperationaalisen ajattelun vaiheeseen, ja esioperationaalisen ajattelun vaiheesta operationaalisen ajattelun vaiheeseen.

2.1. Tiedon käsittely ja sisäiset mallit

Inhimillistä toimintaa ja ajattelua ohjaavia sisäisiä malleja Piaget kuvasi skeeman[1] käsitteellä. Skeemateoreetikkona ja kognitiivisen psykologian edustajana Piaget'lla on ollut suuri vaikutus jälkipolvien käsityksiin. Voidaan

[1] Skeema (skripti, suunnitelma jne.) on käsite, jolla yleensä kuvataan havainnosta ja toiminnasta abstrahoitunutta sekä havaintoa ja toimintaa ohjaavaa semanttista tietoa, joka on muodostunut aikaisempien kokemusten yleisimmistä piirteistä. Skeemat sisältävät muuttujia. Ne representoivat tietoa kaikilla abstraktiotasoilla.

esimerkiksi arvailla Piaget'n sensomotorisen kehäreaktion[2] käsitteen olleen innoittajana Neisserin (1976, 21) havaintokehän käsitteelle, jossa skeeman tulkitaan olevan sekä suunnitelman malli että toimeenpanija.

Myös muistitutkimuksessa keskeisillä deklaratiivisen ja proseduraalisen muistin käsitteillä on yhtäläisyyksiä Piaget'n käsitteiden kanssa. Deklaratiivisella[3] tiedollahan tarkoitetaan piirreyhdistelmistä koostuvia yksiköitä, jotka voivat liittyä toisiinsa ja muodostaa hierarkioita (Anderson 1983; 49, 76). Proseduraalinen tieto puolestaan käsittää havaintomotoriset ja kognitiiviset taidot[4] sisältäen yleistettyä tietoa toiminnasta (Anderson 1983, 19; Tulving 1983; 8-9). Vastaavasti Piaget erottaa toisistaan havainto- ja toimintatiedon. *Schema* (mon. schemata) viittaa havainnossa syntyvään figuratiiviseen puoleen ja *scheme* (mon. schemes) ajattelun toiminnalliseen, operatiiviseen puoleen. (Piaget 1988a, 153.) Figuratiiviseen puoleen kuuluu kaikki pysyviin hahmoihin viittaava toiminta, joten se on sukua deklaratiivisen muistin käsitteelle. Operatiivinen puoli liittyy kohdetta muuttavaan fyysiseen tai kognitiiviseen toimintaan, joten sen voidaan ajatella vastaavan proseduraalista muistia. Figuratiivinen puoli kehittyy mukauttamisen alkaessa dominoida kohteita sulauttavaa sensomotorista (operatiivista) skeemaa (Piaget 1988a, 152-159).

"... mielikuvat... olivatpa kuinka skemaattisia tahansa, eivät ole *schemes*. Niitä kutsutaan sen vuoksi termillä *schemata*. *Schema* on yksinkertaistettu mielikuva (kuten kaupungin kartta), kun taas *scheme* representoi sitä, mikä on toistettavissa ja yleistettävissä toiminnassa (esimerkiksi mikä on yleistä työnnettäessä esinettä tikulla tai millä muulla tahansa välineellä)". (Piaget 1988b, 6.)

---

[2] Kehäreaktio = havainnon ja liikken yhdistelmä. Vauva sulauttaa liikereflekseihinsä havaitsemiaan uusia elemettejä, ja koko reaktiosarja toistuu aina uudelleen, kehämäisesti, jolloin skeema tarkentuu jatkuvasti. (Piaget 1988a, 29.)

[3] Squiren (1987) mukaan deklaratiivinen muisti käsittää tietoa, jonka ansiosta voidaan eksplisiittisesti väittää tai esittää, että jokin ärsyketapahtuma on kohdattu (Cowan 1995, 169). Tapahtumista ja objekteista voidaan kuitenkin havaita piirteitä myös tietoisuuden ja tarkkaavuuden ulkopuolella, joten deklaratiivinen tulkinta ei ole välttämättä eksplisiittinen.

[4] Ihmisen on mahdollista hankkia motorisia ja kognitiivisia taitoja, vaikka kyky muodostaa episodisia muistikuvia olisi tuhoutunut. Milner (1966, 1975) havainnoi amnesiapotilasta (ns. H. M: n tapaus), jonka kyky muodostaa uusia episodisia muistoja oli tuhoutunut. Potilaalle piti yhä uudelleen esitellä häntä hoitavat lääkärit. Siitä huolimatta hän kykeni motorisiin suorituksiin ja Hanoin torni -tyyppiseen ongelmanratkaisuun. Hän ei kuitenkaan muistanut oppineensa uusia motorisia taitoja, vaikka osasi käyttää niitä. Vauriot olivat hippocampuksen alueella. (Cowan 1995, 168-169.)

Operatiivisen ja figuratiivisen tiedon käsitteet jäivät kuitenkin määrittelyltään jonkin verran ristiriitaisiksi, sillä joskus Piaget sisällyttää figuratiiviseen tietoon esimerkiksi havaitsemisen, jäljittelyn, ja kuvan sellaisenaan (Piaget & Inhelder 1977, 71). Toisinaan taas Piaget erottaa havaitsemisessa kohteeseen liittyvän tiedon ja tutkimistoiminnan:

" ..havainnot ... antavat vain hetkellisiä vaikutelmia, jotka vastaavat tiettyä näkökulmaa (sitä missä asianomainen tietyllä hetkellä on), kun taas käsite edellyttää kaikkien näkökulmien koordinoimista ja yhdestä näkökulmasta toiseen johtavien siirtojen ymmärtämistä." (Piaget & Inhelder 1977, 50.)

"...tiedot eivät milloinkaan juonnu yksinomaan aistimuksesta tai havainnosta, vaan myöskin toimintaskeemoista ja eritasoisista operaatioskeemoista, eikä niistä kumpikaan juonnu havainnosta. Toisaalta havaitseminenkaan ei ole pelkästään aistimusten vastaanottoa, vaan siihen kuuluu aktiivista järjestymistä, jossa vaikuttavat päätökset ja esipäätelmät ja jossa skeemanmuodostuksessa on osuutensa." (Piaget 1988a, 130.)

Figuratiiviseen ja operatiiviseen liittyvä ongelmallisuus johtuukin juuri puutteellisesta prosessien kuvauksesta. Skeemaan sisältyy aina sekä kohteeseen liittyvää aistinvaraista informaatiota sekä siihen kohdistuvia eritasoisia toimeenpanoprosesseja. Tasojen välillä vallitsee jatkumo.

Muisti voidaan nimittäin käsittää yhtenäiseksi järjestelmäksi, jossa väliaikaisesti[5] tapahtuvaan aktivaatioon vaikuttavat kestomuistipohjaiset

[5] *Väliaikainen tiedon varastointi:*

Cowanin mukaan (1995) sensorisessa auditorisessa muistissa on kaksi vaihetta: lyhyt muutaman sadan millisekunnin esivaihe ja pidempi n. 10-20 sekunnin vaihe. Rajoittamaton esivaihe vastaa 'jälkikaikua'. Toinen vaihe koostuu sarjasta esivaiheen pohjalta tulkittuja akustisia piirteitä, joita voidaan käyttää havainnossa vertailuun ja tunnistamiseen, eikä ole täysin kirjaimellinen. (Cowan 1995, 27-28, 57-65.) Sensorinen jälkivaihe ja lyhytkestoinen muisti eroavat toisistaan sen suhteen, että sensorinen muisti on luonteeltaan ei-harjoiteltavissa oleva, kun taas abstraktimmat lyhytkestoiset ilmiöt ovat harjoiteltavissa (Crowder 1976). (Cowan 1995, 28, 55-62.)

Koska lyhytkestoisessa muistissa tietoa voidaan harjoitella, kyse on tarkkaavuuteen ja korkeamman tason integratiiviseen ohjautumiseen liittyvistä prosesseista (kestomuistipohjaiset tulkintaprosessit). Lyhytkestoinen muisti voidaan käsittää aktivoituneeksi muistin osaksi, josta osa on tarkkaavuuden kohteena. Kokonaisaktivaatio voi olla rajatonta sisältönsä suhteen, mutta siihen liittyy aikaraja. Tarkkaavuuden kohteena olevaan informaatioon liittyy lisäksi kapasiteettiraja. Rajoja asettavat myös motorinen suoritus sekä hakuprosessin tehokkuus. (Cowan 1995, 86-90, 244.)

Ajallisten jaksojen palauttamiseen liittyy myös sarjallisuus, johon vaikuttaa aktivaation määrä. Viimeksi esiintynyt tai viimeksi harjoiteltu kohde saa suurimman aktivaation (eniten harjoiteltu kohde ei välttämättä ole viimeksi ilmennyt). Tarkkaavuuden kohdistuminen palveleekin yhdistelmien varastointia pikemmin kuin yksittäisten kohteiden matalan tason assosiaatioita. (Cowan 1995, 101-102.)

yleistetyt tai yksilölliset tapahtumakohtaiset tulkintaprosessit. Oleellisinta tiedon prosessoinnissa on kuitenkin, onko muistaminen suoraa vai epäsuoraa. (Cowan 1995, 168-170.)

Suorat ja epäsuorat muistiprosessit lyhytkestoisessa muistissa määrittyvät tarkkaavuudesta käsin. Tarkkaavuus on informaation prosessoinnin pääasiallinen kontrolloija. Suora, eksplisiittinen[6] muistaminen vaatii huomattavaa tarkkaavuuden kontrollia. Tarkkaavuuden tahdonalainen kontrolli mahdollistaa tietoisen palauttamisen ja yhdistää erilliset kohteet koherentiksi virraksi. Epäsuora, implisiittinen muistaminen puolestaan on mahdollista automaattisestikin[7], vain vähäisen tarkkaavuuden alaisena. Automaattinen aktivaatio johtaa tuttuuden tunteeseen, eikä yksilön tarvitse välttämättä tiedostaa muistamistaan. Esimerkiksi täydentämistehtävä voidaan suorittaa epäsuoran muistamisen pohjalta, mutta monimutkainen suunnittelu edellyttää suoraa muistamista. (Cowan 1995, 168-171.)

Toimeenpanofunktioilla tarkoitetaan neuropsykologiassa aivojen toimintayksikköjen yhteistyötä. Toimintayksiköt ovat aistitiedon vastaanottoyksikkö, aistitiedon yhdistely-yksikkö sekä korkean tason yhdistely-yksikkö. Aivojen syvemmät osat vastaavat nousevasta aktivaatiosta ja tarkkaavuuden ylläpidosta. Valikoiva tarkkaavuus liittyy eri aistinpiirien aivokuorella sijaitseviin alueisiin. Aistien välisestä integraatiosta, tavoitteellisen toiminnan koordinaatiosta sekä aktivaatioon liittyvästä palautteesta vastaavat otsalohkot, erityisesti etuotsalohkot. Korkeimman tason tieto ei siis ole suoraan mihinkään aistinpiiriin sidoksissa. Sen sijaan, että figuratiivinen ja operatiivinen tieto olisivat yksiselitteisesti erotettavissa, kaikissa tietoprosesseissa - myös havaitsemisessa - toteutuu jatkumo syötteestä valikoinnin kautta reaktion järjestymiseen. (Kuikka, Pulliainen & Hänninen 1990, 46-50; McKay, Halperin,

---

6 Uutta eksplisiittisen tason oppimista voi tapahtua, mikäli sellaiset elementit aktivoituvat, jotka eivät ole aktivoituneet yhdessä aiemmin. Kohde-elementin ja kontekstin yhdistelmä on siis uusi. Uusi yhdistelmä voidaan tulkita kestomuistissa tarkkaavuuden avulla niin, että uusia muistoja muodostuu vanhoista elementeistä. (Cowan 1995, 199.)

7 Automaattiset prosessit eivät juuri vaadi valmistelua. Suuri määrä toistoa tarvitaan ennen kuin automatiaa kehittyy. Kun automaattinen ohjelma kerran on kehittynyt, se käynnistyy ja tulee ajetuksi loppuun, niin että sitä on vaikea muuttaa. Siihen voi olla hyvin vaikea tietoisesti vaikuttaa. (Cowan 1995, 193.)

Schwartz & Sharma 1994, 122-123.)

Operatiivisen skeeman määritelmäksi ei siis riitä Piaget'n esitys, että toiminta muuttaa kohdetta - kysehän voi olla täysin automatisoituneesta, tiedostamattomasta toiminnasta. On epätodennäköistä, että kovin suurta uudelleen järjestymistä tapahtuu silloin, kun toimintaa vain 'ajetaan läpi', ja variaatiot ovat vähäisiä (tästä syystä Piaget ehkä liittikin jäljittelyn figuratiiviseen puoleen). Koska kohteisiin liittyvä tieto voi itseorganisoitua, muistiedustuksen muuntumiseen eli transformaatioon ei välttämättä tarvita tahdonalaista kontrollia. Ratkaisevampaa kuin tiedon muuntuminen on, kuinka yksilön tarkkaavuus ohjautuu toiminnassa ja havainnossa.

Täten 'operatiivisella skeemalla' voidaan karkeasti viitata skeemaan, jonka toimeenpano edellyttää suhteellisen korkean asteen prosesseja ja tahdonalaista tarkkaavuutta. 'Figuratiivisella skeemalla' puolestaan voidaan tarkoittaa suhteellisen matalan tason prosesseja, jolloin kohteen piirteistä syntyy implisiittinen muistiedustus, ja johon liittyvä tarkkaavuus toimii automaattisena suuntautumisreaktiona. Matalan tason prosessit ovat upoksissa myöhemmin kehittyviin korkeamman tason pidemmälle integroituneisiin prosesseihin. Koska matalan tason prosesseissa tarkkaavuus kohdistuu tahdosta riippumatta, kohteen rakenteella on suuri vaikutus tarkkaavuuden kohdistumiseen.

Paitsi tarkkaavuuteen liittyviä prosesseja inhimillisissä ongelmatilanteissa Piaget ei juurikaan pohtinut todennäköisyyteen perustuvaa mekanismia, jonka kautta piirteet yhdistyvät prototyyppisiksi luokiksi ja menettelyt (proseduurit) 'vähemmän loogisiksi' kognitiivisiksi taidoiksi (esim. peukalosäännöiksi). Piaget'n mukaan todennäköisyyspohjainen luokka ei täytä käsitteen kriteerejä, sillä käsitettä määrittävät välttämättömät ja riittävät ehdot. Vain esiloogiselle ajattelulle on ominaista partisipaatio[8]. Partisipaatio tarkoittaakin juuri todennäköisyyspohjaista luokittelua: kohteet tunnistetaan toistensa perusteella (Piaget 1951, 227).

[8] Vygotski (1982, 137-139) puhuu vastaavasti yhdistelmäajattelusta. Assosiatiivisessa yhdistelmässä lapsi ottaa jonkin keskuselementini, johon vertaa vuorotellen kaikkia muita: A<->B, A<->C, A<->D jne. Kokoelman jäsenet puolestaan täydentävät toisiaan funktionaalisesti. Ketjuyhdistelmässä lapsi siirtyy koko ajan ominaisuudesta toiseen: A<->B, B<->C, C<->D jne. Diffuusissa yhdistelmässä lapsi assosioi useampia piirteitä niin, etteivät ajattelun perusteet välttämättä paljastu ulkopuoliselle: A<-(B<->C)->D. Pseudokäsitteessä tulos on sama kuin käsitteenmuodostuksessa, mutta ajattelu yhdistelmällistä. Lapsi alkaa ympäristön vaikutuksen alaisena käyttää käsitteitä jo ennen kuin itse tiedostaa ne (=pseudo).

On kuitenkin esitetty, että käsitteellä voi olla myös perheyhtäläisyyteen[9] perustuva todennäköisyyspohjainen rakenne. Tällöin kohteella on oltava riittävän suuri määrä luokkatyypillisiä piirteitä; yksikään piirteistä ei ole välttämätön tai riittävä ehto luokittelulle. Piirteiden määrästä riippuen kohteet ovat eriasteisesti luokkansa tyypillisiä edustajia. (Markman 1989, 41-43; Siegler 1986, 186-187.) Musiikissa esimerkiksi ryhmittelyyn ja tonaliteetin määrittelyyn osallistuvat useat piirteet. Yksittäisen sävelen asema voidaan määritellä musiikissa sen todennäköisyyden perusteella, mitä muut sävelet ovat, kuinka usein sävelet esiintyvät, ja missä ajallisessa järjestyksessä.

Luokka saattaa myös muodostua spesifin esimerkkitapauksen ympärille. Tällöin jokin yksittäinen piirre kohteessa voi olla erityisen selvästi erottuva tai affektiivisesti merkittävä. Strukturoimattomissa tehtävissä esimerkkipohjainen ajattelu usein lisääntyy, sillä yksilöt usein etsivät sellaisia yhteyksiä, jotka heitä kiinnostavat, eivät yleistämisen perusteita. (Siegler 1986, 267.) Kumpi on parempi, looginen vai esimerkkipohjainen strategia, riippuu luokiteltavan kohteen tyypistä ja kognitiivisista kyvyistä. (Markman 1989, 48-54.) Loogisesta ajattelusta ei ole varsinaista hyötyä ennen kuin oppijalla on esimerkkipohjaista tietoa tapahtumista. Esimerkkipohjainen ajattelu saattaa puolestaan jossakin vaiheessa osoittautua riittämättömäksi, ja tarvitaan uudelleen järjestävää analyyttistä ajattelua. (Markman 1989, 113-114, 226.) Esimerkiksi musiikin oppiminen edellyttää auditiivisten mielikuvien varastoa, jonka pohjalta abstraktimmat musiikilliset rakenteet voivat muodostua.

Todennäköisyys liittyy myös tietämyshierarkioiden kehittymiseen. Lapsen on helpompi representoida kokoelmia kuin alisteisia hierarkioita. Hierarkkisessa rakenteessa objekti on esim. sekä 'tammi ' että 'puu'. Kokoelmassa se on 'tammi' ja 'osa metsää' - kokoelmassa ylätaso on kollektiivinen. Lapsen voi olla vaikea ajatella saman objektin olevan yhtä aikaa sekä tammi että puu. (Markman 1989, 229-230.) Esimerkiksi sävellaji voidaan ajatella säveltasokokoelmaksi, jossa säveltasojen dominoivat funktiot kehittyvät myöhemmin.

---

9 Markman (1989) havaitsi, että lasten on helpompi oppia klassisen säännön mukaisia luokittelutapoja, joissa etsitään joukosta välttämättömät, riittävät piirteet, koska säännön rakenne on selkeä ja yksinkertainen. Sen sijaan indusoidessaan luokkia itse he käyttävät perheyhtäläisyysperiaatetta, koska monimutkaisista joukoista on vaikea luoda yksinkertaista luokittelusääntöä. (Markman 1989, 48-54.)

Kuinka 'vähemmän looginen' ajattelu sitten rakentuu? Tekoälyn avulla oppimisen todennäköisyyspohjaista dynamiikkaa on kuvattu skeemateorioita yksityiskohtaisemmin. Perinteistä tekoälyä edustavissa produktiosysteemiteorioissa[10] (esim. Anderson 1983) keskeinen käsite on toiminto eli produktio, joka ilmaisee säännön muodossa yksilön toiminnon tämän kohdatessa tapahtuman piirteet. Yksilön muistissa on useita rinnakkaisia, limittäisiä ja abstraktioasteeltaan erilaisia toimintoja, jotka kilpailevat keskenään. (Anderson 1983, 216-230.) Oppiminen ilmenee niin, että yksittäiset toiminnot yhdistyvät[11] sarjaksi. Yhdistymisen jälkeenkin suoritusta täytyy harjoitella riittävän monta kertaa, jotta se automatisoituu. (ibid, 231-241.) Oppimista tapahtuu vielä senkin jälkeen, kun suoritus on koottu sujuvaksi, tehtäväspesifiksi menettelyksi: Yleistymisprosessissa toiminnot laajenevat sovelluksen suhteen, erotteluprosessin kautta toimintojen soveltuvuutta puolestaan kavennetaan. (ibid, 241-245.)

Produktiosysteemiteoriat osoittivat, että lapsen kognitiiviset taidot koostuvat heterogeenisistä säännöistä. Esimerkiksi Young (1978) havaitsi tutkiessaan lasten sarjoittamissuorituksia, että operationaalisen säännön (valitaan sarjan suurin) lisäksi lapsen toiminnassa heijastui paikallisia 'kokeellisia' sääntöjä, joiden avulla mitä tahansa eteen tulevia kohteita saatettiin verrata keskenään. Useiden sääntöjen epäsystemaattinen käyttö takasi suorituksen joustavuuden tilanteesta toiseen. Pelkkien operationaalisten sääntöjen avulla lasten olisi ollut vaikea sopeutua esimerkiksi sellaiseen tilanteeseen, jossa kohteiden väliset suhteet ovat vaikeammin erotettavissa, tai jossa kohteita on paljon. (Young 1978, 360-393.)

---

[10] Produktiosysteemiteoriat ovat skeemateorioita (esim. Schank & Abelson 1977) yksityiskohtaisempia, mutta mekanistisia, sillä ohjelmoija määrittää säännöt. Uudemmat hermoverkot eivät kuitenkaan vielä ole onnistuneet mallintamaan ympäristöön kohdistuvan toiminnan kehittymistä pintasuuntaisesti. Vauvan ensimmäisiä toimintasääntöjä ovat refleksit, joten jostakin karkeamotorisesta toimintasäännöstä hermoverkot joutunevat aloittamaan.

[11] Jotkut tekijät hidastavat yhdistymistä: 1) Lyhytkestoisessa muistissa on oltava kaikki relevantit päämäärärakenteet. Koska lyhytkestoinen muisti on rajallinen, toimintoja, jotka ovat vasta potentiaalisesti yhteenliitettäviä, ei onnistuta liittämään. 2) Jos ehtoja koskevaa tietoa on liikaa, sovittaminen ei onnistu. 3) Informaation prosessoinnissa voi olla katkoja. Yhdistäminen ei onnistu tilanteessa, joissa ei tiedetä mitä seuraavaksi pitää tehdä. 4) Vasta yhteenliitetyt toiminnot ovat heikkoja ja vaativat useita muodostuskertoja voidakseen kilpailla niiden vanhojen toimintojen kanssa, joista ne muodostuivat. Yhdistelmä voi naamioitua vahvempien toimintojen taakse, ennen kuin sillä on riittävä vahvuus. 5) Toiminnot eivät aina esiinny samassa jaksossa. Mitä pidempi jakso, sitä epätodennäköisemmin se toistuu sellaisenaan. Laajoja yhdistelmiä opitaan harvemmin. (Anderson 1983, 236-240.)

Myös Wattenmaker, Nakamura & Medin (1988) ovat huomauttaneet, että loogisten operaatioiden puute saattaakin olla etu, kun on kyse pienestä lapsesta, jonka prosessointikapasiteetti on aikuiseen verrattuna rajoittunut. Pienille lapsille tyypillinen yleiseen samankaltaisuuteen perustuva strategia on tarkoituksenmukainen, sillä lapset eivät tule vakiinnuttaneeksi sellaisia dimensioita, jotka voisivat myöhemmin osoittautua vääriksi. Oppiminen on tehokasta, koska oletusavaruus on rajoittunut. (Markman 1989, 57-60.)

2.2. Kehitysmekanismi

Piaget'n mukaan lasten kyky eriyttää ja koordinoida skeemojaan muodostuu monimutkaisemmaksi vaiheesta toiseen edettäessä. Tietämyksen lisääntyminen on toisin sanoen johdettavissa skeemojen järjestymisestä ja kasvavasta kyvystä mukautua ympäristöön. Lisääntyvä eriytyminen ja koordinoituminen puolestaan kasvattavat konstruktiivista kapasiteettia. (Piaget 1988a, 21-26, 159; Piaget 1988b, 6; Case 1985, 15-22.)

Mekanismi, joka vastaa kehityksestä on skeemoihin liittyvä dynaaminen, kehämäinen sulauttamis- ja mukauttamispyrkimys. Sulauttaminen merkitsee, että kohde tulee tulkituksi skeemasta käsin, eli sulautuu skeeman mukaiseksi. Tulkinta voi tästä syystä olla epätäydellinen, virheellinen tai liian yleinen. Mukauttaminen puolestaan merkitsee, että kohde saa aikaan skeeman muuttumisen omien vaatimustensa suuntaan. Kehitys etenee kohti tasapainoa (ekvilibraatiota) niin, että sulauttaminen (assimilaatio) ja mukauttaminen (akkomodaatio) dominoivat toinen toistaan toiminnasta riippuen. Tasapainotilassa kumpikaan ei dominoi toista. Tasapainotilat kuitenkin järkkyvät jatkuvasti uutta tietoa kohdattaessa. Tällä tavoin sulauttamis- ja mukauttamisprosessit synnyttävät jatkuvasti uusia, yhä kehittyneempiä tasapainotiloja. (Piaget 1988a, 148-150, 159.)

Kehitysmekanismissa keskeinen tekijä on siis tasapaino. Piaget'n mukaan tasapainottuminen on itsesäätelyä. Itsesäätely on puolestaan riippuvaista ympäristötekijöistä ja biologisista tekijöistä. Ympäristötekijöihin kuuluvat yksilön fyysinen ja sosiaalinen ympäristö. Sosiaalisessa ympäristössä on erotettavissa kaikille kulttuureille yhteiset vuorovaikutuksen muodot sekä

kulttuurispesifi kasvatus ja koulutus. Biologisista kehitystekijöistä Piaget korostaa erityisesti hermoston kypsymistä. (Piaget 1988a, 168-173.)

Tasapainoon johtava kehämäinen[12] mekanismi on sellaisenaan kuitenkin liian yleinen rakenne, jotta se kykenisi selittämään, kuinka edellisessä kehitysvaiheessa hankitut taidot ja tiedot johtavat seuraavaan kehitysvaiheeseen - esimerkiksi mitkä rakenteet saavat aikaan muutoksen esikoululaisen intuitiivisesta ajattelusta koululaisen operationaaliseen ajatteluun, ja miten. Vaikka Piaget kuvaa lapsen käyttäytymistä varsin yksityiskohtaisesti useassa kehitysvaiheessa, hän ei selitä kuinka siirtyminen kustakin vaiheesta toiseen tapahtuu.

2.3. Kehitysvaiheet

Piaget jakaa lapsen kehityksen kolmeen päävaiheeseen, jotka ovat 1) sensomotorinen vaihe, 2) representationaalinen vaihe, joka jakautuu a) esioperationaaliseen eli intuitiiviseen vaiheeseen sekä b) konkreettisten operaatioiden vaiheeseen, 3) formaalien (abstraktien) operaatioiden vaihe. Piaget esittää, että lapsen tunne-elämä ja älyllinen kehitys ovat toisistaan erottamattomat. Piaget'n suurimman mielenkiinnon kohde kehityksessä on kuitenkin kasvu loogiseen ajatteluun. Seitsemänvuotiaaksi asti lapsen ajattelu on esiloogista; lapsi korvaa logiikan intuitiolla, havaintojen ja liikkeiden sisäistämisellä mielikuviksi, jotka ovat jatkoa sensomotorisille skeemoille. (Piaget 1988a, 34, 52.)

Vaiheteoria on joutunut useaan otteeseen kritiikin kohteeksi. Ensinnäkin säilyvyyden käsitteisiin kohdistuneet empiiriset tutkimukset ovat osoittaneet, etteivät samaan loogiseen rakenteeseen kohdistuneet testit tuota yhtäpitävää kuvaa konkreettien operaatioiden vaiheen ajoittumisesta (ks. esim. Case 1992, 6-7). Toiseksi, osa informaatioprosessoinnin teorian edustajista, esimerkiksi Klahr

[12] Swanwickin (1988) musiikillisen kehityksen kehämalli on sovellus Piaget'n kehitysmekanismista. Kehitysvaiheiden sisällöt on kuitenkin määritelty Swanwickin ja Tillmanin (1986) keräämän empiirisen aineiston pohjalta. Swanwickin sovelluksesta ei paljastu, kuinka varhaisemmat saavutukset muodostavat pohjan myöhemmille. Tämä johtuu nimenomaan siitä, että Piaget'n sulauttamisen, mukauttamisen ja tasapainon käsitteiseen perustuva kehitys - mekanismi on liian yleinen, jotta rakenteiden kehityksen yksityiskohtaisempi kuvaus olisi mahdollista.

& Wallace (1976) ovat sitä mieltä, ettei erillisiä vaiheita voida ollenkaan erottaa kehityksessä, vaan että kehitys on jatkuvaa tietämyksen karttumista (Siegler 1986, 80).

Keskeisin kysymys Piaget'n vaiheteoriassa tämän tutkimuksen kannalta on kuitenkin kouluikäisten musiikilliseen kehitykseen liittyvä ns. musiikillisen konservaation (säilyvyyden) ilmiö. Vaikka kompensaatioon perustuvia rakenteita musiikillisen tiedon alueella on löydettävissä, eivät testit, jotka Pflederer-Zimmerman (1964) suunnitteli mittaamaan musiikillista konservaatiota, rakennu piaget'laisille kriteereille. Esimerkiksi teeman ja variaation sukulaisuussuhteen ymmärtäminen, joka musiikin keksimistaitojen kehittymisessä on keskeinen asia, ei ole konservaatiota Piaget'n tarkoittamassa mielessä.

2.3.1. Sensomotorinen vaihe

Ensimmäisen elinkuukauden aikana lapsen toiminta perustuu synnynnäisten refleksien käyttöön. Lapsi alkaa sulauttaa reflekseihinsä havaitsemiaan uusia elementtejä. Näin muodostuu sensomotorisia skeemoja, jotka ovat havainnon ja liikkeen yhdistelmiä eli kehäreaktioita.

Näitä uusiin tilanteisiin soveltuvia, toistettavissa ja yleistettävissä olevia toimintoja Piaget kutsuu myös sensomotorisiksi käsitteiksi, jotka muodostuvat erilaisten skeemojen sulautuessa ja koordinoituessa keskenään. Koordinoitumisen tason kohotessa myös lapsen kyky ymmärtää kasvaa. Vaiheen alussa lapsi oppii erottelemaan ja tunnistamaan muuttuvia kohteita, jolloin refleksit eriytyvät. Hieman myöhemmin sensomotoriset skeemat integroituvat yhdistelmiksi, kunnes vaiheen lopulla lapsi alkaa ymmärtää välineellisen toiminnan periaattetteita. Lapsen skeemat eivät kuitenkaan vielä ole toiminnasta riippumattomia ajatteluoperaatioita. Toiminnan tasolla lapsi oppii Piaget'n mukaan pysyvän kohteen, tilan, ajan ja kausaliteetin käsitteet. (Piaget 1988a, 27-33; Case 1985, 14-15.)

Sensomotorinen palautettavuus merkitsee, että skeema on palautettavissa jonkin toisen skeeman avulla; esim. esineen työntäminen palautuu vetämisen avulla. A ja B ovat pisteitä tilassa ja 0 osoittaa, että liike A:sta B:hen ja takaisin

palauttaa muutoksen: AB + BA = 0. (Piaget 1988b, 3-6; Case 1985, 16.) Siirtojen ryhmä tai yhdistäminen puolestaan merkitsee, että kahden skeeman aikaan saama lopputulos voidaan saavuttaa kolmannen skeeman avulla, esim. käden nostaminen ja poikittain liikuttelu voidaan korvata pyyhkäisyllä. A, B, ja C ovat pisteitä tilassa: AB + BC = AC. (Piaget 1988b, 3-6; Case 1985, 16.)

Piaget'n johti lapsen käyttäytymisen empiirisistä havainnoista rakenteen, jota sitten käytti mallina kuvatessaan sensomotoristen skeemojen rakennetta. Piaget'n mukaan tämän operationaalisen rakenteen muodostumisen ansiosta lapsi käsittää kohteen pysyvyyden ajan ja paikan muutoksista huolimatta. Muuttumattomat representaatiot toimivat rakennusmateriaalina seuraavassa kehitysvaiheessa. (Case 1985, 16.)

2.3.2. Esioperationaalinen vaihe

Sensomotorisella kaudella lapsen ei voida havaita kykenevän palauttamaan poissaolevia kohteita, jotka eivät välittömästi liity meneillään olevaan toimintaan. Piaget kuvaakin sensomotorisen vaiheen jälkeistä kehitysvaihetta esittäväksi, sillä tällöin havainnoista ja välittömästä jäljittelytoiminnasta kehittyy pysyvämpiä mentaaleja representaatioita, joita voidaan palauttaa muistista ja jäljitellä viivästetysti. Esikoululaisen kehitystä leimaa viisi saavutusta: kuvitteluleikki, jäljittely, mielikuva (joka syntyy sisäistetystä jäljittelystä), piirros (joka on aluksi leikin ja mielikuvan välimuoto) sekä kieli. Kieli on sensomotorisen ajattelun jälkeen merkittävin saavutus. Se juontuu havaintopohjaisesta jäljittelystä, mutta johtaa mielivaltaisen, sopimusvaraisen viittaussuhteen ymmärtämiseen ja muodostamiseen. (Piaget & Inhelder 1977, 55-58.)

Esioperationaaliseksi Piaget nimittää vaihetta siitä syystä, että tällöin ajattelu on intuitiivista, ei rationaalista. Intuitiot perustuvat sensomotorisiin havainto- ja toimintaskeemoihin, jotka ovat sisäistyneet mielikuviksi. Koska sensomotorisen skeeman A palautettavuus on riippuvaista toisesta sensomotorisesta skeemasta B, joilla kummallakin on oma päämääränsä, eikä skeema A ole palautettava itsessään, myöskin intuitiot esiintyvät kokonaisuuksina eivätkä voi muuttaa suuntaa. Intuitiot perustuvat ensin havainnon globaaleihin piirteisiin. Noin 5-6

vuoden iässä lapsi kykenee erittelemään havainnon sisäisiä suhteita. Jos globaalit ja sisäiset suhteet eivät tue toisiaan havaintovaikutelmassa, intuitiivinen päätelmä johtaa väärään arvioon. Vasta kun palautettavuus kehittyy, lapsi kykenee abstrahoimaan tarvittavat muuttumattomat osatekijät[13]. (Piaget 1988a, 51-55; Case 1985, 17.) Esikäsite perustuu subjektiiviseen 'partisipaatioon': osaelementit eivät sisälly alisteisesti kokonaisuuteen, vaan ne tunnistetaan toistensa perusteella. Esikäsitteiden koordinoituminen on puolestaan puoliksi partisipaatioon perustuvaa symbolista tai jäljittelevää koordinaatiota, puoliksi deduktiivista päättelyä. (Piaget 1951, 227.)

Piaget'n (1951) mukaan leikki on pääasiassa skeemojen assimilaatiotoimintaa, kun taas jäljittelyssä on pääasiassa kyse akkomodaatiosta. Älyllinen kehittyminen puolestaan on tulosta näiden kahden tasapainosta, ekvilibraatiosta. Leikkisymbolin, jäljittelevän mielikuvan ja esikäsitteen välillä on astemuotoja, jotka vaihtelevat aktiivisesta analogiasta yksinkertaiseen konkreettiseen vertailuun. (Piaget 1951, 227, 273-274.)

Swanwick (1988) soveltaa Piaget'n teoriaa tarkastellessaan keksimistoimintaa, musiikin esittämistä ja kuuntelemista kuvitteluleikin, jäljittelyn ja operatiivisen ajattelun (hallinnan) funktiona. Musiikin keksimisessä hallitsevin elementti on Swanwickin mukaan kuvitteluleikki. Musiikin kuuntelemisessa, musiikin mukaan liikkumisessa ja musiikin esittämisessä on pitkälti kyse jäljittelystä, joka edellyttää kohteeseen mukautumista. Instrumentin soittamisessa esiintyy myös hallinnan elementti, ilo 'virtuositeetista'. Hallinnan alueeseen kuuluu tieto siitä, kuinka jokin kuuntelussa havaittu vaikutelma saadaan tuotettua. Hallintaan liittyvät tehtävät sisältävät äänimateriaalin manipuloinnin taitoja, havaintojen arviointia ja erottelua. Swanwick sisällyttää hallintaan kognitiiviset taidot kuten notaatioiden käytön luonnostelussa. (Swanwick 1988, 42-44.)

---

[13] Esimerkkejä:

a) DeVriesin (1969) kokeessa lapselle näytetäänkoiraa, jolla on kissanaamio päässään. Alle 4-vuotias väittää selityksistä huolimatta, että kyseessä on kissa. hän ei kykene käsittämään palautettavasti luokan välttämättömiä, riittäviä ehtoja. (Case 1985, 17.)

b) Piaget'n oma esimerkki intuitiivisesta päättelystä: kolme eriväristä kuulaa laitetaan putkeen vierimään. Kun lapsi, jonka intuitiivinen päättely on globaalia, näkee niiiden lähtevän järjestyksessä ABC, hän olettaa niiden tulevan toisesta päästä samassa järjestyksessä. Tämä onkin oikea päätelmä kallistettaessa putkea toiseen suuntaan. Jos suuntaa vaihdetaan, lapsi hämmästyy nähdessään kuulat järjestyksessä CBA. Tämän jälkeen hän voi olettaa, että joskus on myös B:n vuoro tulla ensin. (Piaget 1988a, 53-54.)

Operatiivinen tieto musiikin alueella on täten Swanwickin määrittelyssä sensomotorista tai kognitiivisesti korkeamman tason taitoa, joka liittyy äänentuottamisen konkreettisiin ja abstrakteihin välineisiin.

Jäljittely liittyy musiikin ekspressiiviseen, referentiaaliseen laatuun. Swanwick huomauttaa, että aktiivinen jäljittely ei ole kohteen kopioimista, vaan sisältää aina päätöksiä, kuinka teos yksityiskohtien tasolla ilmaistaan. (Swanwick 1988, 44-45.) Tämä merkitsee, että puhtaalla akkomodaatiolla ei ole juurikaan roolia musiikin esittämisessä, vaan assimilaatio, leikkielementti, esiintyy yksityiskohtien tasolla, musiikillisella pinnalla myös jäljittelyn dominoidessa toimintaa. Kuvitteluleikki liittyy musiikin struktuuriin eli musiikillisten tapahtumien suhteisiin. Yksinkertaisimmalla tasolla struktuuri perustuu toistoon ja kontrasteihin. Suhteiden ymmärtäminen liittyy muutosten laadun ja muutoksen asteen havaitsemiseen ja tietoon, kuinka tällaisia suhteita voidaan tuottaa. Tällöin myös materiaalien hallintaa edellytetään. (Swanwick 1988, 45-46.) Täten Swanwick johtaa musiikin tuottamisen suoraan Piaget'n käsityksestä, että piirros on assimiloivan leikin ja akkomodoituvan mielikuvan välimuoto (Piaget & Inhelder 1977, 58).

2.3.3. Konkreettisen operaatioiden vaihe

Piaget'n mukaan siirtyminen konkreettisiin operaatioihin tapahtuu, kun intuitiot muodostavat yhdistelmiä ja lopulta palautettavia kokonaisjärjestelmiä. Palautettavuus merkitsee, että muunnokseen liittyy jokin muuttumaton osatekijä, jonka lapsi ymmärtää säilyvän. Palautettavuus voi perustua käänteisyyteen (A - A = 0) tai vastavuoroisuuteen (A vastaa B:tä tai päinvastoin). Esimerkkeinä yleisimmistä konkreettisista operaatioista mainittakoon kahden luokan yhdistäminen ja kahden luvun yhteenlaskeminen. (Piaget & Inhelder 1977, 94-98; Piaget 1988a, 73.)21

"Konkreettisten operaatioiden kausi... ulottuu seitsemästä-kahdeksasta vuodesta yhteentoista-kahteentoista vuoteen ja sille ovat ominaisia valmistumassa olevat rakenteet, joita voidaan tutkia läheltä ja eritellä eri muodoissaan. Ne kaikki ovat johdettavissa loogisella tasolla 'ryhmittymiksi', jolloin ne eivät vielä ole 'ryhmiä' eivätkä 'verkostojakaan' ... Tällaisia ovat luokittelut, sarjoitukset, yksi-yhteen vastaavuudet, kerrannaisoperaatiot (matriisit) ym. Lisäksi niitä ovat aritmeettisella tasolla kokonais- ja murtolukujen additiiviset ja multiplikatiiviset ryhmät." (Piaget 1988a, 106.)

Konkreettiset operaatiot eli 'ryhmittymät' voidaan jakaa neljään tyyppiin, joita ovat sarjoittaminen[14], luokittelu, säilyvyyteen eli konservaatioon liittyvät operaatiot sekä numeeriset operaatiot (Hautamäki 1995, 227). Edellä mainitut neljä operaatiota ovat erillään ilmetessään suhteellisen yksinkertaisia rakenteita. Keskenään koordinoituessaan ne muodostavat monimutkaisen rakenteen, jonka avulla lapsi kykenee käsittelemään kahteen ominaisuuteen perustuvaa suhdejärjestelmää. (Piaget 1988a, 106.) Lapsi saavuttaa tämän järjestelmällisen ajattelun kyvyn asteittain.

Ryhmittymä on abstrakti rakenne, joka koostuu elementeistä ja niihin kohdistuvasta operaatiosta, ja jolla on seuraavat ominaisuudet[15]: 1) yhdisteltävyys, 2) assosiatiivisuus, 3) identtisyys ja 4) palautettavuus. Neljä ryhmittelyä koskee luokkaoperaatioita ja toiset neljä relaatio-operaatioita. Lisäksi erotetaan infraloogiset operaatiot, jotka liittyvät asemaan, etäisyyteen sekä osa-kokonaisuus -suhteisiin. Myös arvoissa ja sosiaalisissa suhteissa erotetaan ryhmittelyt. Ryhmittymässä osaluokat ovat pienempiä kuin pääluokat ilman, että tarvitaan tietoa osaluokkien suuruussuhteista. (Flavell 1963, 170-171.)

Konkreettiset operaatiot voivat kohdistua erillisiin, epäjatkuviin kohteisiin, jolloin Piaget kutsuu niitä loogisiksi operaatioiksi. Tällaisia operaatioita ovat lisääminen, vähentäminen, luokittelu, sarjoittaminen ja moninkertainen vastaavuuksien arvioiminen. Konkreettiset operaatiot voivat kohdistua myös jatkuviin ulottuvuuksiin kuten tila ja aika. Näitä operaatioita, esimerkiksi mittaamista, Piaget nimittää infraloogisiksi. Loogiset operaatiot eivät edellytä kohteiden muokkaamista eivätkä spatiaalisen tai temporaalisen aseman muuttamista, toisin kuin infraloogiset operaatiot. Loogiset ja infraloogiset operaatio ovat kuitenkin muodoltaan samanlaisia ja kehityksellisesti

[14] Sarjoittamisesta käytetään myös termejä 'sarjoitus' (Piaget 1988a, 74) ja'sarjaaminen' (ibid, 76).

[15] "1) Yhdistelmä: kaksi saman joukon operaatiota yhdistyy saaden aikaan vielä yhden samaan joukkoon kuuluvan operaation (esim. 1+1=+2). 2) Palautettavuus: kaikki operaatiot ovat käännettävissä (+1: stä tulee -1). 3) Suora operaatio ja sen käänteinen operaatio antavat tulokseksi nollan eli identtisen operaation (+1-1=0). 4) Operaatiot voivat liittyä toisiinsa kaikin tavoin. Tämä yleinen rakenne, jota matemaatikot luonnehtivat 'ryhmiksi' luonnehtii kaikkia aikaisemmin kuvattuja operaatiojärjestelmiä. On kuitenkin huomattava, että logiikan ja kvalitatiivisten (laadullisten) operaatioiden alueella (suhteiden sarjaus ja luokittelu) ehdot (3) ja (4) pätevät vain tietyin varauksin (ei voi soveltaa sellaisenaan), koska luokka tai suhde lisättynä itseenä ei muutu. Tällöin on puhuttava 'ryhmittymästä', joka on ryhmänimitystä yleisempi ja alkeellisempi käsite." (Piaget 1988a, 79.)

samanaikaisia. (Flavell 1963, 196-197.)

Flavell huomauttaa, että loogisesti muodostettuja ryhmittymiä[16] ei ole empiirisesti täysin johdettu lapsia observoimalla. Ne eivät kerro, ajatteleeko lapsi todellisuudessa ryhmittymän muodon mukaisesti. (Flavell 1963, 188-195.) Piagetin muotoilemia konkreettien operaatioiden vaiheeseen liittyviä tehtäviä empiirisesti testattaessa onkin havaittu seuraavaa: 1) Vaikka lapset tietyssä iässä läpäisevät jonkin piaget'laisen testin, ovat testien väliset korrelaatiot olleet vähäisiä. 2) Useimmiten samaan perusrakenteeseen kohdistuvat eri testit on läpäisty eri ikäisinä (=ns. décalage). 3) Opetuksella ei pitäisi olla vaikutusta lasten suorituksiin testeissä, jotka mittaavat loogisen perusrakenteen olemassoloa. Harjoituksen on kuitenkin havaittu parantavan suorituksia säilyvyystehtävissä. Siirtovaikutusta ei toisaalta ole saatu aikaan tehtävissä, joiden pitäisi perustua samaan perusrakenteeseen (esim. luokittelu ja sarjoittaminen). (Case 1992, 6-7.)

2.3.3.1. *Säilyvyys eli konservaatio*

"...säilymiskäsitteet...rakentuvat atomismin periaatteiden mukaan...ne ovat tulosta keskenään koordinoitujen operaatioiden toiminnasta. Operaatiot järjestyvät kokonaisuuksiksi ja niiden merkittävin ominaisuus on - varhaislapsuuden intuitiivisen ajatuksen vastakohtana - että ne ovat palautettavia." (Piaget 1988a, 7.)

Säilyvyyden myötä lapsi oppii, että tietyt ominaisuudet pysyvät muuttumattomina tietyistä muunnoksista huolimatta. Säilyvyyden käsite saavutetaan nelivaiheisena prosessina. Ensimmäisessä vaiheessa lapsi käsittää yhden ominaisuuden vaikutuksen. Toisessa vaiheessa yksilö kykenee huomioimaan toisen ominaisuuden, mutta ei määriä. Sentraatiot ovat perättäisiä ja toisistaan erillisiä (sentroituessaan B:hen lapsi unohtaa sentraationsa A:han). Kolmannessa vaiheessa lapsi käsittää molempien ominaisuuksien vaikutuksen samassa kognitiivisessa toiminnassa, mutta ei vielä täysin. Tällöin vastauksissa ilmenee empimistä. Neljännessä vaiheessa yksilö havaitsee perättäisten muutosten merkityksen, kompensaation, ja siirtyy tilojen arvioimisesta muunnosten arvioimiseen. Tällöin lapsi ymmärtää operaation palautettavuuden. (Flavell 1963, 245-246.)

---

[16] Ryhmittymät: I luokkien primaarinen lisääminen, II sekundaarinen luokkien lisääminen, III kaksiosainen luokkien multiplikaatio, IV moniosainen luokkien multiplikaatio, V asymmetriset suhteet, VI symmetriset suhteet, VII kaksiosainen suhteiden multiplikaatio, VIII moniosainen suhteiden multiplikaatio. (Flavell 1963.)

Ensimmäisenä säilyvyyden käsitteistä kehittyy aineen säilyvyyden käsite[17], jonka lapsi muodostaa noin 7-8 vuoden iässä. Rationaalinen tilan havaitseminen alkaa kehittyä 7-vuotiaana. Ajan säilyvyyden käsite kehittyy 8-vuotiaana. 9-vuotias käsittää painon ja 11-12-vuotias tilavuuden säilyvyyden. (Piaget 1988a, 70-72.)

Säilyvyyteen liittyy kaksi skeemaa: 1) suhteiden multiplikaation skeema, eli kyky havaita suhteiden yhteisvaikutus (esim. kun lapsi havaitsee sekä pituuden että paksuuden muutokset ja ymmärtää niiden kompensoivan toisiaan); 2) atomismin skeema, eli kyky ymmärtää kokonaisuuden koostuvan osayksiköistä, jotka vaihtavat paikkaa keskenään, ja jonka ansiosta kokonaisuus muuntuu, mutta osat ja kokonaisuus säilyvät; esim. aineen säilyvyydessä osatekijöiden kokonaismäärä säilyy samana riippumatta niiden sijainnista tilassa. (Flavell 1963, 300-302.)

Säilyvyyden käsitteen kriteerit ovat:

1)*Yhdisteltävyys:* kaksi saman joukon operaatiota yhdistyy muodostaen uuden samaan joukkoon kuuluvan operaation.

2) *Assosiatiivisuus:* sarjan elementtien summaan ei vaikuta se, miten elementtejä yhdistellään.

3) *Identtisyys:* On yksi ja vain yksi elementti, jonka lisääminen mihin tahansa toiseen elementtiin ei aiheuta muutosta tuossa toisessa elementissä.

4) *Palautettavuus:* kullekin elementille on yksi käänteinen elementti, jonka lisääminen tuohon elementtiin saa aikaan identiteettielementin. (Flavell 1963, 173-175.)

---

17 Säilyvyyden käsitteen kehityttyä lapsi esimerkiksi ymmärtää, että kapeampaan tai leveämpään lasiin kaadetun nesteen määrä säilyy samana, vaikka nesteen pinnankorkeus muuttuu. Hän ymmärtää, että eri tilanteissa vedet ovat identtiset, että vesi on kaadettavissa takaisin alkuperäiseen tilaansa, ja että lasin kapeus ja korkeus ovat vastavuoroisia, toisiaan kompensoivia dimensioita. Pienemmät lapset uskovat, että vesi lisääntyy tai vähenee kaadettaessa, vaikka myöntävätkin sen olevan samaa vettä. He olettavat, että toiminnalla voi olla arvaamattomia seurauksia. Tästä johtuen toiminta ei ole palautettavissa. (Piaget & Inhelder 1977, 95-96.)

Säilyvyyteen liittyvä palautettavuus on sekä käänteistä että vastavuoroista. Yksinkertaisimmissa ryhmittymissä palautettavuus voi olla jompaakumpaa tyyppiä.

Säilyvyyden kriteerit täyttyvät VII ryhmittymässä[18], joka sisältää kahden tai useamman asymmetristen suhteiden sarjan yksi yhteen vastaavuudet. Ne voidaan esittää taulukkona (esim. pystyakselilla on lisääntyvä volyymi ja vaaka-akselilla lisääntyvä paino). Kummatkin sarjat muodostuvat asymmetrisista suhteista. Yhdistäminen voi tapahtua jomman kumman sarjan (painavampi tai voimakkaampi) tai kummankin sarjan (painavampi ja voimakkaampi) suhteen. Luokkiin liittyvä palautettavuus on negaatioon perustuvaa, suhteisiin liittyvä palautettavuus on resiprookkista. Negaation ollessa kyseessä muutetaan luokkien välistä suuruutta, kun taas resiprookkisessa suhteessa luokat itse jätetään koskemattomiksi ja muutetaan relaation suuntaa. (Flavell 1963, 181-185.)

2.3.3.2. *Musiikillinen konservaatio*

Piaget'n säilyvyyden eli konservaation käsitteeseen kohdistuvat testit koskivat määrällisesti mitattavissa olevia ulottuvuuksia, jotka käyvät läpi havaittavan ilmiasun muunnoksia määrän säilyessä samana. Lapsen vastaus heijastaa kykyä desentraatioon ja palautettavuuden ymmärtämiseen. Nämä testit johtivat myös musiikillisen konservaation kokeisiin. Melodian, rytmin ja metrin konservaatiota tutki ensimmäisenä Pflederer (1964). Pituuden, painon ja muiden epäjatkuvien kvantiteettien sarjaus innoitti tutkimaan voimakkuuden ja säveltason sarjausta (Sloan 1973; Torrey 1975). (Hildebrandt 1987, 82.)

Musiikillisen konservaation laeiksi Pflederer-Zimmerman (Pflederer 1967) ehdotti seuraavat: 1)*Identiteetti:* teema säilyttää identiteettinsä, kun se soitetaan eri instrumentein tai sekventiaalisesti; 2)*Metriset ryhmät:* kun yhtäpitävät aksentit sitovat sävelryhmiä, ylläoleva metrinen konfiguraatio pysyy invarianttina, vaikka yksittäisiä kestoja muutettaisiin; 3)*Augmentaatio ja diminuutio:* musiikillisen katkelman kestoja voidaan systemaattisesti lisätä tai vähentää muuttamatta sen identiteettiä; 4)*Transpositio:* musiikillinen fraasi säilyttää identiteettinsä, vaikka se transponoitaisiin sävellajiin, jonka intervallisuhteet ovat samat kuin alkuperäisessä; 5) *Inversio:* harmoninen ja

[18] Yhteen ominaisuuteen perustuva sarjaus tapahtuu jo V ryhmittelyssä. VII ryhmittelyssä ominaisuuksia on kaksi. (Flavell 1963, 195.)

melodinen identiteetti säilyy korvattaessa korkeat sävelet matalilla ja päinvastoin. (Pflederer 1967, 215-223.)

Pflederer (1964) esitti ensimmäisessä testissään kuusi tehtävää: a) metrin konservaatio kestojen muuttuessa, b) rytmin konservaatio tonaalisen kuvion muuttuessa, c) melodian konservaatio kestojen muuttuessa, d) tonaalisen kuvion konservaatio rytmin muuttuessa ja f) tonaalisen musiikin konservaatio rytmin ja sointusäestyksen muuttuessa. Koe suoritettiin 5- ja 8-vuotiaille; 8-vuotiaat antoivat enemmän oikeita vastauksia kuin 5-vuotiaat. Seuraavissa tutkimuksissa[19] laajennettiin ja parannettiin testejä. (Hildebrandt 1987, 83-85; Pflederer-Zimmerman 1986, 24; Serafine 1980, 7-9.)

Serafine (1980) esittää, että musiikillinen säilyvyystutkimus herättää kysymyksen, missä määrin säilyvyyssuoritukseen vaikuttavat suoritustekijät, kuten muisti ja havaitseminen. Isommat lapset kun suoriutuvat miltei tehtävästä kuin tehtävästä pieniä paremmin. (Serafine 1980, 9.) Hildebrandtin mukaan Pflederer-Zimmermanin lait eivät määrittelekään konservaatiota (Hildebrandt 1987, 85-86).

---

[19] Mm. Jones 1976; Perney 1976; King 1972; Pflederer 1966; Pflederer & Secrest 1968; Webster & Zimmerman 1984; Zimmerman & Secrest 1968, 1970; Serafine 1975. Iän ja menestyksellisen suorituksen välinen suhde oli positiivinen. Decalageja: tonaalisen jakson konservaatio edelsi rytmin konservaatiota; tonaalisen jakson konservaation sisällä muutokset instrumentissa, tempossa ja harmoniassa edelsivät muutoksia moodissa, kaarroksessa ja rytmissä. (Hildebrandt 1987, 83-85.)

Botvin (1974) osoitti, että arvioinnin ja sääntöjen käytön opettaminen paransi 6-vuotiaiden melodian konservaatiota tempomuunnoksissa. Foley (1975) havaitsi opetuksen lisäävän 7-vuotiaiden kykyä konservoida melodia rytmisten muunnosten alaisena sekä rytmi melodisten muunnosten alaisena. Zimmerman ja Secrest (1968) havaitsivat, että ikä oli ratkaiseva faktori, kohdennettu opetus ei. Serafine (1979) ja Ashbaugh (1980) havaitsivat, ettei opetus vaikuttanut metrin konservaatioon. Nelson (1984) havaitsi, ettei koulutus vaikuttanut rytmin konservaatioon. Perney (1976) havaitsi, ettei koulutus vaikuttanut metrin konservaatioon. (Hildebrandt 1987, 83.)

Serafine (1979) löysi merkittävän positiivisen suhteen metrin konservaation ja tilan, luvun, jatkuvan ja epäjatkuvan kvantiteetin sekä painon välillä 4-, 5-, 7- ja 8-vuotiaissa. Nelson (1984) havaitsi merkittävän positiivisen suhteen rytmin konservaation ja pituuden konservaation välillä 4-8-vuotiaissa. Bettison (1976) ei havainnut merkittävää suhdetta melodian konservaation sekä luvun, aineen, jatkuvan kvantiteetin tai painon konservaatioiden välillä 7-vuotiaissa. Norton (1979) havaitsi, että 'musiikillinen aptitudi' ennusti paremmin musiikillista konservaatiota kuin konservaatio muilla alueilla. (Hildebrandt 1987, 83.)

Suurin ero Piaget'n määritelmiin[20] nähden koskee kompensaatiota. Pflederer-Zimmermanin testeistä ainoa piaget'laisen konservaation sisältävä tehtävä koskee kestojen muutoksia[21]. Pflederer-Zimmermanin lait ajan konservaatiota lukuunottamatta ovat alemmanasteisia ryhmittelyjä, kuten luokittelu ja sarjaus. Hildebrandt olettaa, että vain aika[22] on musiikiin ulottuvuuksista täysin palautettavasti konservoituva. (Hildebrandt 1987, 85-86.)

Täyden palautettavuuden puute Pflederer-Zimmermanin laeissa kuitenkin johtuu siitä, *etteivät spatiaalinen ja temporaalinen dimensio voi olla toisiinsa nähden resiprookkisia.* Länsimaisen tonaalisen musiikin keskeiset syntaktiset ulottuvuudet (rytmi, melodia ja harmonia), jotka perustuvat ajan ja säveltason dimension yhteisvaikutukselle kulttuurisena konventiona, eivät täten ole lainkaan konservoituvia. Täysi palautettavuus lienee saavutettavissa vain temporaalisen tai spatiaalisen ulottuvuuden sisällä, riippumatta syntaksista.

Intervallitiheyden kasvaessa intervalliset etäisyydet pienenevät, mikä on analoginen ilmiö esineiden spatiaalisen etäisyyden konservaatiolle. Mikäli empiirisesti haluttaisiin testata edellä mainittua oletusta, olisi ajallisen ulottuvuuden vaikutukset neutraloitava. Tähän tarkoitukseen soveltumattomat Pflederer-Zimmermanin tyyppiset syntaktista tietämystä mittaavat tehtävät ovat kaikin puolin relevantteja esimerkiksi musiikin keksimistä tutkittaessa.

---

20 Piaget'n kriteerit: 1) yhdisteltävyys: 2) assosiatiivisuus: 3) identtisyys: 4) palautettavuus. Lisäksi palautettavuuden on oltava paitsi käänteiseen operaatioon myös kompensaatioon perustuvaa kuten VII ryhmittelyssä, jollaisen konservaatiotestit edellyttävät. Yksinkertaisemmissä ryhmittelyissä palautettavuus ei ole kompensaatioon perustuvaa.

21 Kestojen muutoksissa voidaan erottaa a) metrin konservaatio rytmisen variaation alaisen, mikä perustuu metristen aksenttien välisen ajan säilymiseen yksittäisten kestojen pituuden ja tiheyden ollessa kompensoivia (tiheyden kasvaessa pituus lyhenee ja päinvastoin), sekä b) rytmin konservaatio tempovariaation alaisena, jolloin tapahtumien kokonaisaika kompensoi yksittäisten tapahtumien ilmaantumisnopeuden (kokonaisajan lyhetessä nopeus kasvaa ja päinvastoin). Muissa testeissa palautettavuus ei perustu resiprookkisuuteen - esim. instrumentin vaihtaminen ei aiheuta välttämättä muutosta millään muulla dimensiolla. (Hildebrandt 1987, 85-86.)

22 Esikoululaisille suurimman haasteen Hildebrandtin (1987) testissä tarjosi äänen ja symbolin yksi yhteen vastaavuuden ymmärtäminen. Toisluokkalaisten pääkohteena oli, kuinka rytmiryhmät representoidaan tilassa, huolimatta välimatkoista ryhmän sisällä. Jos kestot ryhmien sisällä erosivat, nopeutta muutettiin ryhmien spatiaalisen yhtenäisyyden säilyttämiseksi. Viidesluokkalaiset sen sijaan yrittivät käyttää tilaa representoidakseen kestoja. He eivät kuitenkaan osanneet käyttää allaolevaa pulssia mitatakseen tapahtumavälejä, kuten koulutetut muusikot. Tästä johtuen ryhmien välissä kestot olivat joskus suhteessa pidemmät kuin ryhmien sisällä. (Hildebrandt 1987, 90.)

2.3.4. Formaalien operaatioiden vaihe

"kyseisessä iässä voidaan todeta seuraavia, varsin erilaisia operaatioita. Ensinnäkin kombinaatio-operaatiot. Tähän saakka on esiintynyt vain yksinkertaisia joukko-osajoukko - suhteita ja alkeellisia operaatioita, mutta ilman sitä, mitä matemaatikot nimittävät 'kaikkien osajoukkojen joukoksi', joka kuitenkin on kombinaatioiden lähtökohta. Kombinoiminen ...alkaa noin yhdentoista-kahdentoista vuoden iässä, jolloin alkaa muodostua verkoston rakenne. Samalla tasolla ilmestyvät verrannollisuuden ymmärtäminen, kyky päätellä ja kuvitella yhtaikaa kahden vertailu- järjestelmän avulla...todetaan neljän koordinoituneen operaation esintyminen (ne ovat tasapainossa keskenään): suora operaatio (I) ja sen käänteisoperaatio (N) mutta myös suora ja käänteinen operaatio toisessa järjestelmässä, jotka muodostavat ensimmäiselle resiprookin (R) , ja tämän resiprookin negaation eli korrelatiivin (C)." (Piaget 1988a, 107-108.)

Konkreettiset operaatiot kohdistuvat esineisiin ja formaalit oletuksiin ja propositioihin. Konkreettien operaatioiden aikana lapsi alkaa siirtyä aktuaalisesta potentiaaliseen. Konkreettien operaatioiden rajallisuuden aiheuttaa se, että ne suuntautuvat konkreettisiin kohteisiin ja välittömään nykyhetkeen. Yksilön täytyy jatkuvasti arvioida fyysisiä ominaisuuksia, koska hän ei kykene sisältövapaaseen päättelyyn. Konkreettien operaatioiden kaudella lapsella on olemassa kaksi palautettavuden periaatetta: käänteisyys eli negaatio sekä resiprookkisuus. Hänellä ei kuitenkaan ole järjestelmää, jonka avulla hän pystyisi koordinoimaan kummatkin. (Flavell 1963, 203-204.)

Formaalien operaatioiden vaiheessa abstraktien teorioiden ymmärtäminen tulee mahdolliseksi. Tällöin yksittäiset tapaukset voidaan nähdä esimerkeinä yleisistä periaatteista, ja tapahtumia voidaan järjestää näiden periaatteiden mukaan. Eräs korkeamman asteen invarianteista on suhteen (ratio) käsite: suhde joka säilyy vakiona kvantitatiivisista muutoksista huolimatta. (Piaget & Inhelder 1977, 128-129.)

Formaali ajattelu on paitsi hypoteettis-deduktiivista myös propositionaalista. Sen raaka-aineena eivät enää ole konkreetit kohteet vaan oletukset. Yksilö muodostaa konkreetin operaation lopputuloksista proposition ja työskentelee tämän systemaattisesti, muodostaen vaiheen lopulla muuttujista kaikki mahdolliset yhdistelmät. Yksilö kykenee testaamaan muuttujien vaikutukset pitämällä aina yhtä muuttujaa vakiona. Aikaisemman negaatioon eli käänteisyyteen perustuvan ajattelun sijasta hän tukeutuu resiprookkiseen

operaatioon[23], jossa esiintyvät sekä negaatio että neutralisaatio. (Flavell 1963, 204-210.)

Formaaleja operaatioita ovat kombinaatio-operaatiot sekä neljän muunnoksen ryhmä (INRC). Kombinoimisen ansiosta aletaan verkostoida joukko-osajoukko - suhteita. Tällaisia suhteita kyetään muodostamaan minkä tahansa elementtien välille, jolloin todellisuuttakin voidaan tarkastella riippumatta konkreeteista näkökohdista. Lapsi kykenee järjestelmälliseen[24] tutkimiseen ja permutaatioiden muodostamiseen. Kombinaatiojärjestelmän yksinkertaisin muoto on luokittelujen luokittelu. (Piaget & Inhelder 1977, 128-129; Piaget 1988a, 107-108.)

Neljän muunnoksen ryhmällä on seuraavat ominaisuudet: 1) *Identtisyys::* 'nollatransformaatio' eli suora operaatio, joka ei muuta mitään propositiossa; 2) *Negaatio:* transformaatio, joka muuttaa väitteet negaatioiksi ja konjunktiot disjunktioiksi[25] propositiossa; 3) *Resiprookkisuus:* transformaatio, joka permutoi väitteillä ja negaatioilla, mutta jättää konjunktiot ja disjunktiot muuttumattomiksi; 4) *Korrelatiivisuus:* transformaatio, joka permutoi konjunktioilla ja disjunktioilla, mutta jättää väitteet ja negaatiot muuttumattomiksi. (ibid, 216.)

Kun formaaliin ajatteluun kohdistuvia piagetilaisia tehtäviä on empiirisesti testattu, on havaittu, ettei formaalien operaatioiden olemassaoloa ole voitu osoittaa edes aikuisiällä useissa kulttuureissa (Dasen 1972). (Case 1992, 6-7.) Tästä on pääteltävissä, että formaali ajattelu on kasvatuksen, ei universaalin kehityksen tulosta.

---

[23] Esim. verratessaan eripituisten ja eri metallista valmistettujen tankojen joustavuutta konkreetisti ajatteleva lapsi tarvitsee tietyn pituuden ja tietyn metallin ajattelunsa kohteeksi, mutta formaalisti ajatteleva kykenee päättelemään pituuserojen perusteella. (Flavell 1963, 204-210.)

[24] Esimerkiksi ilmiö X:n syy-seuraussuhteita selvitettäessä muuttujien ilmaantuminen A, B, C, D, E ja poissaolo A', B', C', D', E' testataan formaalien operaatioiden vaiheessa propositionaalisina yhdistelminä. 7-11-vuotias kykenee vain muodostamaan yksittäisiä konkreetteja päätelmiä: X ilmenee A:n läsnäollessa, X ilmenee B:n poissaollessa jne. Nämä perustuvat III ryhmittelyyn. Konkreetisti ajatteleva ei kykene irtautumaan näistä assosiaatioista ja toivoo, että ratkaisu jotenkin syntyisi tästä multiplikaatiosta. (Flavell 1963, 212-214.)

[25] konjunktio ja disjunktio = ja/tai -suhde.

2.4. Yhteenveto

Piaget'n käsitteistä biologiseen metaforaan perustuva sulauttamisen ja mukauttamisen dynamiikka on elinvoimainen ajatus, joka edelleen kiinteästi liittyy nykyaikaiseenkin skeeman käsitteeseen. Myös käsitykset tietämyksen asteittaisesta kehityksestä konkreetista abstraktiin sekä varhaisemman tiedon roolista myöhäisemmän oppimisen suuntaajana ovat yleisesti hyväksyttyjä kognitiivisessa psykologiassa. Teoria antaa hyvän yleiskuvan lapsen kehityksestä ja osoitti aikalaisilleen lasten kykenevän odottamattomiin älyllisiin suorituksiin (Siegler 1991, 54-55; Miller 1993, 83-85).

Piaget'n teoriaa on arvosteltu siitä, että kehitysvaiheita ei ole riittävästi perusteltu. Tästä osoituksena on ns. dècalage-ilmiö, joka tarkoittaa samaa peruskäsitettä mittaavien testien läpäisemistä hyvin eri ikäisenä. Lisäksi samaa peruskäsitettä mittaavien eri testien väliset korrelaatiot ovat olleet vähäiset, eikä siirtovaikutusta opetuksen avulla ole saatu välttämättä aikaan. Sen sijaan opetus on saattanut parantaa säilyvyyssuorituksia. (Miller 1993, 87; Siegler 1991, 51; Case 1992, 6-7.)

Ongelmia on syntynyt myös strukturalismin hallitsevasta asemasta informaation prosessoinnin kustannuksella. Loogisissa rakenteissa ei teorian perustana ole mitään vikaa, mutta mielen malleiksi Piaget'n kuvaamat loogiset rakenteet eivät välttämättä sovi. Piaget'n näkökulmasta lapsi ymmärtää maailmaa loogis-matemaattisten operaatioiden avulla, jotka ovat universaaleja ja riippumattomia sisällöstä. Lapsen ajattelua ja loogisia rakenteita onkin kritisoitu huonosti yhteen sopiviksi (Flavell 1963; Case 1985).

Erityisesti huomiotta Piaget'lta jäivät todennäköisyyteen perustuvien asteittaisten informaation karttumisen mekanismien yksityiskohtainen kuvaus sekä tarkkaavuuteen liittyvät prosessit. Produktiosysteemiteoriat ovat osoittaneet, että myös loogiset operaatiot muodostuvat asteittain paikallisemmista, keskenään kilpailevista toiminnoista eli produktioista[26] (Young 1978).

---

[26] Uransa lopulla Piaget alkoi osoittaa mielenkiintoa proseduureihin struktuureiden sijaan (Meadows 1988, 23).

Keskittyminen loogisiin struktuureihin on ilmennyt piaget'laisissa testeissä siten, että testien muuttujiin on kiinnitetty liian vähän huomiota - tällaisia muuttujia ovat muisti, ärsykkeen monimutkaisuus, testissä käytetty kieli, testaajien tuttuus, tilanteen tulkinta, tarkkaavuus ja informaation-prosessoinnin kapasiteetti (Markman 1989; Miller 1993). On havaittu, että lapsi saattaa yhdessä kontekstissa hallita jonkin operaation, mutta ei toisessa. Lapsen ei myöskään välttämättä tarvitse käyttää loogista operaatiota suoriutuakseen jostakin tehtävästä, vaan esimerkiksi analoginen kartoittaminen voi olla yhtä menestyksekästä (Goswami 1995). Jos esimerkiksi ärsykkeisiin liittyvien piirteiden määrä on suuri, saattaa lapsen kyky käyttää jo oppimaansa uutta menettelyä estyä. Jos ulkoisia ärsykkeitä on paljon, voi tarkkaavuuden kohdekin vaihdella. Tällöin turvaudutaan usein hyväksi havaittuun, alkeellisempaan menettelyyn.

Usein tehtäväsuorituksessa on toisin sanoen kysymys lapsen informaation-prosessoinnin resurssien rajallisuudesta pikemminkin kuin jonkin periaatteen puuttumisesta. Tämä merkitsee sitä, että yksinkertaisella, tutulla materiaalilla työskennellessään lapsi kykenee suorittamaan vaativampia menettelyjä kuin monimutkaisessa, oudossa kontekstissa. Koska lyhytkestoinen muisti on rajallinen, ja koska tietämys muuttuu kehityksen myötä taloudellisempaan muotoon, jokin periaate voi olla olemassa heikosti tai vahvasti edustettuna. Vahva edustus merkitsee suhteellisen vähäistä herkkyyttä kontekstuaalisille muutoksille. Jos kontekstuaalisia tekijöitä runsaasti, tarkkaavuuden kohde voi vaihdella tahdonalaisesta kontrollista riippumatta. Tilanteessa oleellisten elementtien valikointi työllistää nimenomaan tahdonalaista tarkkaavuutta. Jos kontekstuaalisia muuttujia karsitaan riittävästi, voivat myös pienemmät lapset kontrolloida tahdonalaisesti tarkkaavuuttaan ja suoriutua paremmin.

Yleisten loogisten rakenteiden sijaan operaatiotkin voidaan käsittää skeemoina, joiden lukumäärä lyhytkestoisessa muistissa on rajallinen, mutta joiden sisältämä informaatio lisääntyy kehityksen ja oppimisen tuloksena (Case 1985). Tällä tavoin ajateltuna kahden lapsen, jotka päätyvät samaan lopputulokseen, kehitystasot määräytyvät siitä käsin, kuinka paljon informaationprosessoinnin resursseja he käyttävät tehtävän suorittamiseen. Menettelyjen yksityiskohtainen analysointi voi paljastaa tämän kaltaisia eroja.

Vaikka Piaget'n teoriassa sisäisten mallien, figuratiivisen ja operatiivisen skeeman, kuvaukset muistuttavatkin myöhempiä deklaratiivisen ja proseduraalisen muistin (Anderson 1983; Cowan 1995) käsitteitä, ne on käsitteellistetty puutteellisesti nimenomaan prosessien suhteen. Figuratiivisen ja operatiivisen käsitteitä ei voida ymmärtää huomioimatta tarkkaavuutta. Piaget esitti, että operatiivinen tieto muodostuu eri näkökulmien koordinoituessa, mutta ei selitä koordinaation taustalla olevaa syytä. Syy on tarkkaavuuden kontrolloivassa vaikutuksessa. Muistiin, tarkkaavuuteen ja informaationprosessoinnin kapasiteettin on kiinnitetty huomiota paitsi informaationprosessoinnin teorioiden piirissä, myös neuropsykologian alueella: Epäsuora ja suora muistaminen ovat aivojen toimintayksikköjen suhteen eri tavoin järjestyviä prosesseja - suoriin prosesseihin vaaditaan tahdonalaista tarkkaavuutta, kun taas epäsuorat tapahtuvat automaattisesti (Cowan 1995).

Neuropsykologiselta kannalta katsottuna voidaan erottaa kohteeseen liittyvä informaatio sekä eriasteisia toimeenpanofunktioita, joista informaatiokin on riippuvaista. Operatiivisella skeemalla voidaan tällöin tarkoittaa skeemaa, jonka toimeenpano edellyttää suhteellisen korkean asteen koordinointia ja kontrollia. Matalan tason toimeenpano on upoksissa myöhemmin kehittyviin korkeamman tason prosesseihin, jotka ovat pidemmälle integroituneet. Matalan tason toimeenpanofunktioissa tarkkaavuus kohdistuu tahdosta riippumatta, ja kohteen strukturoiva vaikutus on selvästi nähtävissä. Korkean tason toimeenpanofunktiot taas ovat tahdonalaisesti kontrolloituja.

Erityisen ongelman aiheuttaa myös kehitysmekanismi. Sitä on yleensä arvosteltu liian yleiseksi (Miller 1993, 90). Koska Piaget ei erityisesti ollut kiinnostunut taiteellisesta tai musiikillisesta kehityksestä, voitaisiin hänen kuvaamaansa kehitysmekanismia soveltaa kyseisille alueille. Mekanismi ei kuitenkaan ole riittävän yksityiskohtainen, jotta sen avulla voitaisiin johtaa tietoa eri ikäisten musiikillisten skeemojen kehittymisestä (ks. Swanwick 1988).

Musiikillinen konservaatio eli säilyvyys aiheuttaa kenties suurimman ongelman pohdittaessa lapsen musiikillissyntaktisen tietämyksen karttumista ikävuosina 5-11. Pflederer-Zimmermanin tyyppiset syntaktista tietämystä mittaavat tehtävät ovat täysin relevantteja musiikin keksimistä tutkittaessa. Ne

eivät kuitenkaan ole säilyvyyskäsitteitä mittaavia tehtäviä. Länsimaisen tonaalisen musiikin keskeiset syntaktiset ulottuvuudet (rytmi, melodia ja harmonia), jotka perustuvat ajan ja säveltason dimension yhteisvaikutukselle kulttuurisena konventiona, eivät täten ole lainkaan konservoituvia Piaget'n tarkoittamassa mielessä. Täysi palautettavuus lienee saavutettavissa vain temporaalisen tai spatiaalisen ulottuvuuden sisällä, riippumatta syntaksista. Täyden palautettavuuden puute johtuu siitä, etteivät spatiaalinen ja temporaalinen dimensio voi olla toisiinsa nähden resiprookkisia.

Musiikillisen syntaksin kehittyminen lapsessa ei selity Piaget'n teorian avulla. Tämän vuoksi musiikin keksimistä on hankala tarkastella Piaget'n viitekehyksestä.

3. Casen teoria lapsen älyllisestä kehityksestä

Luvussa 1. havaittiin Piaget'n teoriassa puutteita sekä lapsen älyllistä kehitystä yleiseltä kannalta tarkasteltaessa että sovellettaessa kyseistä teoriaa musiikillis-älyllisen kehityksen alueelle. Katson Casen (1985, 1992) teorian paikkaavan näistä puutteista keskeisimmät. Ensinnäkin Casen teoriassa informaation prosessointi on selitetty ajanmukaisella tavalla. Toiseksi, teoria tarjoaa riittävän yksityiskohtaisesti perustellun kehitysmekanismin. Kolmanneksi, tuota mekanismia voidaan soveltaa musiikillisen kehityksen alueelta saatuun empiiriseen dataan (luku 5).

Casen (1985) teoria on luokiteltu yhtäällä (Siegler 1991, 73) informaationprosessoinnin teorioihin, toisaalla (Atkinson, Atkinson, Smith & Bem 1993, 94; Miller 1993, 100) neopiaget'laiseen suuntaukseen, joka pyrkii säilyttämään Piaget'n kestävimmät ideat ja korvaamaan erityisesti loogisista rakenteista johtuvat heikkoudet. Case (1992) on pyrkinyt sittemmin synteesiin muidenkin kehitysteorioiden kanssa. Casen teoriaa voidaan niin ikään verrata esimerkiksi neuropsykologisiin tutkimuksiin käsitteiden samankaltaisuuden ansiosta.

Informaationprosessoinnin tutkijat pyrkivät ymmärtämään, kuinka tieto prosessoituu ihmismielessä, ja kuinka yksilö käyttää tietoa. Casen teoriassa kyseinen näkökulma ilmenee ensinnäkin siinä, että tiedon tulkinnalla, muistiprosesseilla, tarkkaavuudella ja tiedon käsittelyyn liittyvillä kapasiteettirajoitteilla on keskeinen asema. Toiseksi, Case ei erottele eri tyyppisiä käsitteitä eri ikävaiheiden mukaan, vaan katsoo laadullisten muutosten johtuvan määrällisistä muutoksista. Käsitteet eivät ole muodoltaan loogisia kuten Piaget esitti, vaan todennäköisyyden pohjalta valikoituvia, monimutkaisia rakenteita. Piaget'n tapaan Case ajattelee kehityksellisten muutosten konkreetista abstraktiin johtuvan eriytymisestä ja integraatiosta. Piaget'n tavoin Case edustaa konstruktionistista tiedonkäsitystä. (Case 1992, 369-370.)

"To say that children's thinking determines the type of concept they can construct is to say that certain particular concepts such as conservation cannot be acquired until a certain age: when the prerequisite logical structure is available. The same applies for capabilities such as decentration. By contrast, to say that children's thinking determines the level of concept or ability they can acquire is to say that any given type of concept or ability... can be acquired almost at any age. What varies is the level of understanding, or degree of sophistication, which children can attain with regard to the concept or ability in question." (Case 1985, 240.)

Todennäköisyyspohjaisuudella on merkitystä erityisesti ei-loogisten musiikillisten rakenteiden kuten tonaliteetin ja musiikillis-syntaktisen tietämyksen kehittymistä selitettäessä. Toisaalta loogiset rakenteetkin kuten esimerkiksi säilyvyyskäsitteet selittyvät saman mekanismin avulla - niidenkin synty perustuu loppujen lopuksi todennäköisyyteen. Casen teorian soveltaminen musiikillisen kehityksen alueelle saattaakin luoda selkärankaa muutoin hajanaiseen tutkimuskenttään.

Sekä informaationprosessoinnin teoriat että neopiaget'lainen teoria lähtevät perusoletuksesta, että muutokset tietämyksessä ja kehityksessä ovat ensi kädessä paikallisia, kulloisessakin tilanteessa ja kontekstissa tapahtuvia muutoksia. Yhteistä kumpaisellekin näkökulmalle on myös se, että kehityksessä erotetaan paitsi tilanne- ja aluespesifit tekijät myös yleiset tekijät. Tilannespesifisyys tarkoittaa, että tiedonhankintaan liittyy kulloisellekin tilanteelle spesifejä kontekstuaalisia tekijöitä. Aluespesifisyys puolestaan viittaa siihen, että ihmisellä on useita toisistaan eroavia käsitealueita - esimerkiksi kielellinen, matemaattinen ja musiikillinen alue. Kehitykseen liittyvä yleinen 'kätketty' tekijä[1] selittyy Casen teoriassa samalla tavoin kuin esimerkiksi Cowan (1995, 223) esittää: kyse on lyhytkestoisessa prosessoinnissa vaikuttavasta tarkkaavuuden keskusresurssista ja hakutehokkuuden lisääntymisestä.

Casen mukaan lapsen suoriutuminen yhä vaikeammista tehtävistä iän myötä riippuukin ennen kaikkea lyhytkestoisen muistitilan kasvusta. Lyhytkestoinen muistitila ei ole mikään absoluuttinen tila - tietoa mahtuu enemmän, jos se on taloudellisessa muodossa. Taloudellisuus saavutetaan harjoituksen kautta, sillä tällöin tiedot ja taidot automatisoituvat. Hakutehokkuuden lisääntymiseen vaikuttaa myös biologinen kypsyminen. (Case 1985, 382-383.) Kolmannen kehitystekijän muodostavat keskeiset käsiterakenteet (central conceptual structures), jotka muodostavat eri käsitealueilla semanttisia verkkoja. Ne ovat sisällöiltään toisistaan eroavia. Yhteistä niille on informaationprosessoinnin mekanismi ja iän mukaan määrittyvä monimutkaisuuden aste. (Case 1992, 368-369).

---

[1] Neopiaget'laisen Pascual-Leonen (1969) mukaan yleinen kehitystekijä oli mentaalia energiaa (M-power), joka asteittain lisääntyy iän myötä, ja asettaa lapsen informaation määrälle maksimin. (Case 1992, 17.)

Idea keskeisistä käsiterakenteista on peräisin assosiationistisista eli aluespesifeistä informaationprosessoinnin teorioista. Semanttisessa verkossa tiedonosat liittyvät toisiinsa 'solmujen' avulla, minkä ansiosta aktivaatio voi levitä verkossa. Solmujen vahvuuteen ja tiedonosien välisten suhteiden luonteeseen vaikuttaa harjoitus ja assosiaatio. Aktivaatiolla katsotaan olevan tärkeä merkitys käsitteellisten tasojen muodostumisessa: mitä enemmän aluespesifiä tietoa on, sitä tehokkaammin uutta tietoa valikoidaan ja tulkitaan. (Case 1985, 382; Case 1992, 366-367.)

Case on muodostanut kehitysmekanismin lasten tehtäväsuorituksissa ilmeneviä aktuaalisia tiedonkäsittelyprosesseja analysoimalla ja pyrkimällä kuvaamaan muutosmekanismit mahdollisimman yksityiskohtaisesti, samaan tapaan kuin esimerkiksi produktiosysteemiteorioissa. Yksityiskohtaisten analyysien pohjalta Case on tulkinnut käyttäytymisen globaalimman tason säännönmukaisuudet ja lapsen käyttämät strategiat. Kehitysmekanismi perustuu skeemojen integroitumiselle ja uusien skeemayhdistelmien automatisoitumiselle, mikä vapauttaa tarkkaavuuden kohdistumisen uusiin suhteisiin. Oleellisena osana kehitysmekanismia onkin muistitilan kasvu, joka voidaan ilmaista suhteellisten yksikköjen avulla.

Case erottaa kehitysvaiheita neljä: sensomotorinen, relationaalinen, dimensionaalinen sekä vektoriaalinen. Sensomotoristen mallien integroituminen ja lujittuminen johtaa ylemmän tason yksikköjen syntyyn. Näitä yksiköitä kutsutaan relationaalisiksi malleiksi. Relationaalisista malleista kehittyy samalla tapaa dimensionaalisia malleja, ja dimensionaalisista puolestaan vektoriaalisia. Kehitys tapahtuu hierarkkisen integraation ja eriytymisen kautta konkreetista abstraktiin, yksinkertaisesta monimutkaiseen. Hierarkkinen mekanismi on yhteinen eri käsitealueille, jotka poikkeavat toisistaan sisällöiltään.

"The ... image of the young child which will be adopted will be that of an organism that is endowed with certain natural desires, and that encounters certain natural barriers to their realization, but which also has the capability for overcoming these barriers by refining and recombining the inborn procedures with which it comes equipped. The image of the developmental process that will be adopted is similar. The developmental process will be construed as one in which higher-order purposes or objectives, as well as higher-order strategies for pursuing them, arise out of the refinement and coordination of lower-order objectives. " (Case 1985, 59.)

Case (1992) on jatkanut teoriansa muotoilua syntesoimalla siihen näkökulmia, jotka ovat yhteisiä paitsi jo mainittujen assosiationististen (=aluespesifien[2]) informaationprosessoinnin teorioiden kanssa (joihin kuuluvat erillisiä älykkyyksiä koskevat ns. modulaariteoriat; mm. Gardner 1983) sekä sosiokulttuuristen teorioiden (Vygotski 1962; Bruner 1964) kanssa (Case 1992, 365-368).

Erillisiä älykkyyksiä puoltava modulaariteoreetikko Gardner (1983) perustaa käsityksensä aivotutkimukseen (mm. Luria 1973), joka on osoittanut, että kustakin aistikanavasta tuleva informaatio tulkitaan erillisillä alueilla aivokuorella, mistä johtuen esimerkiksi motorinen, kielellinen ja musiikillinen älykkyys ovat itsenäisiä. Modulaariteoria toisin sanoen kuvaa fysiologisen puolen ilmiöstä, mitä aluespesifi teoria selittää semattisilla verkoilla. Gardnerin mukaan älykkyydet paitsi kehittyvät itsenäisinä 'virtoina' myös näyttävät sisältävän sykkeen kaltaisia 'aaltoja', jolloin saavutukset useilla alueilla ovat suhteellisesti ottaen yhtä suuret (Gardner 1983). Gardner ei kuitenkaan esitä kehitysmekanismia, josta eri ikäisten lasten sisäisiä malleja eri älykkyyksien alueilla voitaisiin johtaa.

Casen teorian kanssa ei ole ristiriidassa seikka, että esimerkiksi kuulonvaraiset ja näköaistinvaraiset ärsykkeet prosessoidaan toisistaan erottuvilla alueilla (='moduli') aivokuorella. Päinvastoin Case esittää, että useimmat tärkeimmistä käsiterakenteista muodostuvat suoraan sensoristen prosessien pohjalta, vaikka lapset kykenevätkin muodostamaan yleisiä käsitejärjestelmiä. (Case 1992, 365-366.) Täten musiikilliset rakenteet eroavat esim. sosiaalisista ja numeerisista sisällöltään ja ovat alttiita erilaisille vaikutuksille.

Viimeisenä mainittakoon elementit, joiden kanssa Casen teoria ja sosiokulttuurinen teoria ovat yhteneviä. Sosiokulttuurisessa teoriassa katsotaan, että suuri osa lapsen omaksumasta tiedosta on kulttuurispesifiä ja mielivaltaista pikemmin kuin loogisten sääntöjen mukaista (Atkinson et al 1993, 97). Sosiokulttuurista teoriaa voidaan pitää informaationprosessoinnin teorioiden täydentäjänä. Millerin (1993, 225-226) mukaan Esimerkiksi Banduran (1986) teoria, jossa kognitiivista puolta on selitetty parhaiten ja jossa on elementtejä informaationprosessoinin teorioista, on kehityksen mekanismin kuvaajana

[2] ns. domain specific -teoriat.

puutteellinen. Informaationprosessoinnin teoriassa oppimisessa tapahtuvan itsesäätelyn keinoina keskeisessä asemassa olevien ongelmanratkaisun ja tutkimisen rinnalle Case (1985) on omaksunut jäljittelyn ja keskinäisen säätelyn nimenomaan sosiokulttuurisesta teoriasta. Lisäksi Case (1992) eksplikoi, että kulttuurilla ja koulutuksella on lapsen kasvaessa yhä suurempi merkitys keskeisten käsiterakenteiden muotoutumisessa. Keskeiset käsiterakenteet jatkavat kehittymistään sekä sisällön että syvyyden suhteen kulttuurisina järjestelminä lapsuus- ja nuoruusiän jälkeenkin - käsitteellisellä kehityksellä ei ole päätepistettä. (Case 1992, 367-368.)

Casen teorian muotoilu on edelleen käynnissä. Hän korostaa, että keskeisiä käsiterakenteita tulisi tutkia muillakin alueilla, kuin jo tähän mennessä tutkituilla. Alunperin Casen (1985) tutkimukset kohdistuivat määrällisen (matemaattis-loogisen), spatiaalisen sekä sosiaalisen ajattelun alueille. Myöhemmin tutkimukset laajenivat käsittämään jo mainittujen alueiden lisäksi erikseen visuospatiaalisen (kuvan piirtäminen) ja spatiomotorisen alueen kehitystä. Sosiaalisen tietämyksen tutkimuksia laajennettiin koskemaan tarinankerrontaa (lasten skriptit ja juonet). Musiikilliselta alueelta tutkimuksen kohteena on ollut ainoastaan nuoteista soittamisen oppiminen 4-10-vuotiailla lapsilla (Capodilupo 1992, 99-115). Kyseinen tutkimus mittasi kuitenkin lähinnä määrällisen, ei musiikillis-syntaktisen, ajattelun kehittymistä. Tämän tutkimuksen tarkoitus on puolestaan soveltaa Casen teoriaa nimenomaan musiikillis-syntaktisen tiedon alueelle.

3.1. Tiedon käsittely ja sisäiset mallit

Casen teoriassa tiedon käsittely ja sisäiset mallit on käsitteellistetty samaan tapaan kuin informaationprosessoinnin näkökulmissa yleensä. Kestomuistinvarainen tieto vaikuttaa kulloisessakin tilanteessa aistikanavien kautta tulevan sensorisen tiedon valikointiin ja tulkintaan, mikä tapahtuu väliaikaisen aktivaation myötä lyhytkestoisessa muistissa. Keskeinen kontrolliprosessi on tarkkaavuus. Tarkkaavuuden kohteena olevan tiedon määrä on rajallinen. Osa lyhytkestoisista prosesseista tapahtuukin tarkkaavuuden ulkopuolella, automaattisesti. Tiedon väliaikaisen varastoinnin rajoitteet ovat Casen teoriassa keskeisellä tilalla: lyhytkestoisen muistitilan kasvu on oleellinen osa lapsen kehitystä.

Piaget'n skeeman sulauttamis-mukauttamis -pyrkimystä vastaa Casen teoriassa skeemojen itsesäätelyyn perustuva kilpailu. Aluespesifit skeemat, joita Case kutsuu *toimeenpaneviksi kontrollirakenteiksi*, muodostuvat niin, että kaksi aikaisempaa rakennetta integroituu ja lujittuu muodostaen yksikön seuraavassa kehitysvaiheessa (Case 1985, 259, 278). Kuitenkin toisin kuin Piaget, joka korosti loogisia rakenteita, Case muodostaa kuvan lapsen skeemojen kehityksestä tilannekohtaisten, todennäköisyyden perusteella ohjautuvien informaatioprosessien perusteella. Casen teoriasta käsin tarkasteltuna ei-loogiset[1] käsitteet kuten perheyhtäläisyysrakenne, prototyyppi, esimerkkipohjainen käsite ja kokoelma eivät aiheuta ongelmia.

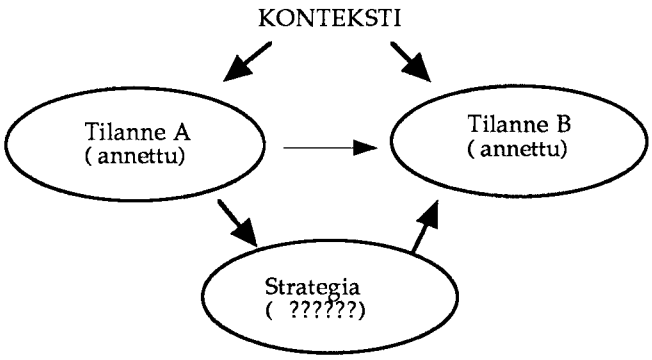
Itsesäätely tapahtuu samaan tapaan kuin tekoälysysteemeissä (vrt. esim. Andersonin ACT- eli produktiosysteemiteoria; 1983). Aluksi erilliset skeemat (vrt. produktiot) aktivoituvat yhtäaikaisesti tai välittömässä perättäisessä läheisyydessä. Aktivaatio on automaattista. Ennen kuin yhdistelmää kyetään sujuvasti käyttämään, sen täytyy kilpailla itselleen paikka muiden vastaavien mallien joukossa. Jos yhdistelmän käytöstä tunnistetaan olevan hyötyä, tulkitaan tieto tästä uudesta näkökulmasta. Skeemat (vrt. produktiot) yhtyvät yksiköksi. Tällä tavoin hyöty voidaan saavuttaa tulevaisuudessa tarkoituksellisesti ja tahdonalaisessa kontrollissa. Uusi yksikkö on myös testattava, minkä seurauksena se hylkäytyy tai lujittuu (vrt. proseduralisoituu). (Case 1985, 260.)

---

[1] selitetty luvussa 2.1.

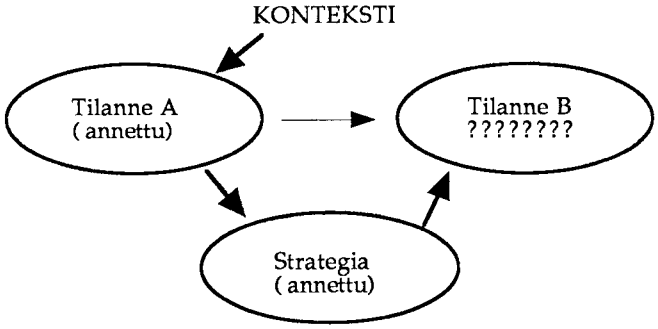
Piaget'lta omaksuttu konstruktiivinen tiedonkäsitys ilmenee Casen tiedon käytön kuvauksessa. Itsesäätelyyn perustuva tiedon käytön malli on Piaget'n kehäreaktion ja Neisserin havaintokehän toiminnallinen analogia. Tiedon hankinta tapahtuu aina jossakin erityisessä kontekstissa, jossa yksilön mielessä aktivoituu malli meneillään olevasta tilanteesta sekä malli joko tavoitteena olevasta toisesta tilanteesta tai jostakin toiminnasta, jolla meneillään olevasta tilanteesta päästään eteenpäin. Oppimisen ja harjoituksen tuloksena uusi yhdistelmä lujittuu joko välittömästi tai pidemmän ajan kulutua. Oppiminen voi tapahtua itsenäisesti tai sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa. Tiedon hankintaa voi tapahtua ongelmanratkaisun, tutkimisen, jäljittelyn ja keskinäisen säätelyn kautta. Kyseiset toiminnot soveltuvat erilaisiin tilanteisiin, mutta ovat perustaltaan samanlaisia. (Case 1985, 261-272.)

Ongelmanratkaisussa yksilö tulkitsee ajankohtaisen tilanteen, asettaa itselleen jonkin tavoitellumman tilanteen päämääräkseen ja alkaa etsiä sopivaa toimintamallia. Tavoite voi syntyä puhtaasti kokeilunhalusta. Tavoitteena voi myös olla pyrkimys tiedollisen tai affektiivisen ristiriidan ratkaisuun. (Case 1985, 261-262.) Casen mukaan jo kahden kuukauden ikäinen lapsi etsii aktiivisesti sopivaa kädenliikettä saadakseen peukalon suuhunsa (Case 1985, 273).



KUVA 3.1. Ongelmanratkaisu (Case 1985, 261).

Mitä ongelmanratkaisu tuottaa syvä- ja päämääräsuuntaiseen tapaan, tuottaa tutkiminen pinta- ja tilannesuuntaiseen tapaan. Tutkimisessa sovelletaan jotakin jo opittua toimintamallia ilman tietoa sen seurauksista tai päämäärästä. Case huomauttaa, ettei yhden toimintamallin soveltaminen vielä johda hierarkkiseen integraatioon, vaan ainoastaan sovellettavien tilanteiden määrän laajenemiseen ja lisääntyvään ymmärtämiseen seurauksista (Case 1985, 265).



KUVA 3.2. Tutkiminen (Case 1985, 266).

Hierarkkisen rakenteen synty edellyttää, että lapsi tunnistaa - joko välittömästi tai pidemmän ajan kuluttua - kahden tilanteen välille syntyneen yhteyden sovellettuaan toimintamallia. Sopivan mallin löytymistä helpottaa se, että lapsilla on uusissa tilanteissa taipumus kokeilla kaikki mahdolliset tuntemansa toimintamallit vuoron perään (Biemiller 1966). (Case 1985, 265-267.)

Tilanteissa, joissa eivät tiedä miten toimia, lapset tarkkailevat kokeneempien suoriutumista ja jäljittelevät sitä. Toisen yksilön käytös voi toimia mallina tavoitteelle ja/tai strategialle. Jäljittely on siis vuorovaikutustilanteessa tapahtuvaa ongelmanratkaisua tai tutkimista. (ibid, 268.)

Keskinäinen säätely[2] taas on kahden yksilön välistä aktiivista mukautumista toistensa tunteisiin, ajatteluun ja käyttäytymiseen. Vuorovaikutus voi tunnesyistä olla tavoite sinänsä. Kumpikin sosiaalisen parin osapuoli vaikuttaa toiseen ja on toisen vaikutukselle alttiina. Opettaminen on keskinäisen säätelyn muoto, joka muistuttaa jäljittelyä siinä mielessä, että toisella yksilöllä on malli, mutta toisella ei. Opetustilanteessa opettaja kiinnostuu oppilaan oppimisprosessista, ja pyrkii helpottamaan oppilaan mallinmuodostusta. Opettaminen voi olla ongelmanratkaisun sosiaalinen vastine, jos lapsella on kuva oppimisen tavoitteista. Tutkimisen vastine se on silloin, kun lapsi yrittää toimia aikuisen tavoin ja tarkkailee seurauksia. (ibid, 269-270.)

[2] Ensimmäinen keskinäisen säätelyn muoto on protokommunikaatio (Fafouti-Milenkovic & Uzgiris 1979). Reaktiona äitinsä hymyyn vauva potkii, heiluttaa raajojaan, hymisee ja hymyilee energisesti osoittaen innostustaan. Sitten hän monitoroi äitinsä reaktion, joka useimmiten sisältää resiprookkisia positiivisten tunteiden ilmauksia. Koko kuvio toistuu syklisesti, niin että sitä on verrattu tanssiin (Stern 1977). Vauvan ensimmäisen sosiaalisen kontrollirakenteen osatekijöihin kuuluu intentionaalisuus. Hänen täytyy osallistua jollakin tavalla omaan käyttäytymiseensä, jotta yhdenmukainen reaktio syntyisi myös vanhemmassa. (Case 1985, 135.)

Musiikin keksimisessä lapsi joutuu usein tilanteeseen, jossa hänellä on representaatio aktuaalisesta musiikillisesta tapahtumasta ja mielikuva tavoitteena olevasta, affektiivisesti merkittävästä tapahtumasta. Lapsi on ongelmatilanteessa, jossa hänen olisi kyettävä kehittämään strategia, jonka kautta tavoitetapahtuma saadaan tuotettua. Mielikuvasta ei strategiaa voi useinkaan suoraan päätellä. Tällöin yksinkertaisinta on kokeilla erilaisia vaihtoehtoja, ja jälkikäteen arvioida, sopiko tuotos alkuperäiseen päämäärärakenteeseen. Tällainen työstö vaatii tietysti, että päämäärärakenne pysyy lyhytkestoisessa muistissa. Mikäli resurssit ylikuormittuvat, alkaa tuottaminen toimia strategioiden ehdoilla. Tällöin keksiminen on lähinnä assosioivaa improvisaatiota, jossa valitaan aina se vaihtoehto, joka on sekä helposti saatavilla että 'riittävän hyvä'.

Useammin kuin ongelmanratkaisua on musiikin keksiminen onkin tutkimista, jota ei kovin selkeä päämäärä ohjaa - varsinkin kun on kyse pienistä lapsista. Äänimateriaalien tutkiminen on olennainen osa keksimistä. Uusien kokemusten hankinta motivoi sitä. Erillisiä, tutkimisen kohteina olevia rakenteita ovat eri äänitapahtumat, joiden perättäisen tai samanaikaisen järjestyksen yhtenevyyttä tai kontrastoivuutta kokeillaan. Esimerkiksi, kun lapsi etsii jonkin instrumentin avulla musiikillisen tapahtuman A kanssa yhteensopivaa tapahtumaa B, hän voi käyttää strategiana mitä tahansa vanhaa motorista toimintamallia. Tuttua liikekuviota kokeillaan vuoron perään useilta eri 'paikoilta' eli säveltasoilta aloittaen[3] . Vähitellen lapsi saattaa havaita, että jokin paikka sopii yhteen A:n kanssa paremmin kuin toiset. Hän saattaa päätyä olettamaan, että sopivuus liittyy tapahtumien A ja B keskinäisiin 'paikkasuhteisiin': tapahtuman A sijoittuessa oletettuun 'paikkaan', tapahtuma B sopii yhteen, jos se sijoittuu oletettuun, yhteensopivuutta aiheuttavaan 'paikkaan'. 'Paikka' voi merkitä lapselle aluksi motorista työskentelyaluetta - ei esimerkiksi tiettyjen säveltasojen eriytynyttä sarjaa. Tällainen skeema on jokseenkin kontekstisidonnainen ja toimii pintasuuntaisesti. Lapsi kykenee soveltamaan tätä yhtä rakennetta uusiin samanlaisiin tilanteisiin. Mutta jos lapsi aloittaakin A:n toiselta säveltasolta kuin alkuperäisessä tilanteessa, sopiva B

[3] Bamberger (1991, 131) havaitsi, että montessorikelloista melodia järjestävä lapsi koordinoi mm. 'kellopolkua', 'toimintapolkua', 'sävelpolkua' ja vielä 'nuottipolkua'. Kuulonvaraisten ja toiminnallisten melodian representaatioiden suhde ei ollut vielä automaattinen.

täytyy etsiä uudelleen. Vähitellen hän saattaa havaita yhteyksiä useiden löytämiensä yhteensopivien tapahtumaparien välillä.

Jäljittelyssä lapsen tarkkaavuus voi kohdistua itse musiikkiin tai tapaan, jolla toinen yksilö tuottaa musiikkia. Ongelmanratkaisua jäljittely muistuttaa esimerkiksi silloin, kun aikuinen soittaa jotakin lapsen jo hallitsemaa tuttua laulua, ja lapsi tämän jälkeen yrittäisi etsiä sitä instrumentista. Tuttu laulu toimii päämäärätilanteena B, kun taas motorinen strategia on tuntematon. Toisaalta lapsen saattaa olla vaikea ymmärtää, kuinka aikuisen kädenliikkeet liittyvät tämän tuottamiin ääniin. Vähitellen useiden liikkeiden jäljittely-kertojen jälkeen hän saattaa huomata, että liikkeet koskettimilla liittyvät esimerkiksi äänenkorkeuteen tai -voimakkuuteen.

Useampien kertojen jälkeen hän saattaa jopa havaita sävelpolkujen ja liikepolkujen välillä hienosyisempiäkin yhtäläisyyksiä: molemmilla on suunta, ja molemmat voidaan ajatella askelista koostuviksi. Tällöin jäljittely muistuttaa tutkimista, koska siinä pääasiallinen tarkkaavuuden kohde on itse toiminta.

Keskinäistä säätelyä havainnollistaa, jos kuvitellaan lapsen tarkkailevan isomman lapsen tai opettajan tietokonepeliä tai improvisointia. Lapsi voi tällöin kysyä, miten peliä pelataan tai soitinta soitetaan. Isompi lapsi voi myös antaa pienemmän leikkiä pelillä tai soittimella, ja havaitessaan, että lapsi ei ymmärrä jotakin toimintaperiaatetta, näyttää sen hänelle. Nuorempi lapsi alkaa etsimään vanhemman tarjoamaa mallia; vanhempi taas avustaa nuorempaa tämän yrityksissä.

3.1.1. Lyhytkestoinen muisti ja tarkkaavuus

Informaationprosessoinnin näkökulmista lyhytkestoinen muisti voidaan käsittää aktivoituneeksi muistin osaksi, josta osa on tarkkaavuuden kohteena. Lyhytkestoisessa muistissa tietoa voidaan harjoitella, toisin kuin kapasiteetiltaan rajattomassa sensorisessa muistissa. Lyhytkestoisen muistin kokonaisaktivaatio voi olla rajatonta sisältönsä suhteen, mutta siihen liittyy aikaraja (n. 20 sekuntia). Tarkkaavuuden kohteena olevaan informaatioon liittyy lisäksi kapasiteettiraja. Rajoja asettavat myös motorinen suoritus sekä hakuprosessin tehokkuus. (Cowan 1995, 86-90, 244.)

Neuropsykologiassa (Luria 1973) tarkkaavuus[4] käsitetään jakautuneena kolmeen yksikköön[5]. Sama käsitys vallitsee myös informaatioprosessoinnin teorioissa. Voidaan erottaa tarkkaavuuden ylläpito, valikoiva tarkkaavuus sekä päämääräsuuntautunut toiminnan koordinaatio. Tarkkaavuuden ylläpito liittyy aivojen syvistä osista nousevaan aktivaatioon. Valikoiva tarkkaavuus liittyy aivojen kuorikerroksessa sijaitseviin aistinvaraisen tiedon yhdistelyalueisiin. Päämääräsuuntautunut toiminta liittyy otsalohkoihin, jotka ovat vastuussa toiminnan integraatiosta ja organisaatiosta. Prosesseja voidaan luonnehtia jatkumoksi, jonka toisessa päässä on informaatiosyöte, tulkinta ja valikoiva tarkkaavuus, ja toisessa päässä reaktion järjestyminen ja motorinen tuloste. Palautetta tapahtuu kaikkien kolmen yksikön kesken. Otsalohkot ohjaavat aktivoitumisen kohdistumista syväsuuntaisesti. (McKay, Halperin, Schwartz & Sharma 1994, 122-123.)

Tarkkaavuus ilmenee suuntautumisreaktiona, kun ärsyke on uusi tai merkittävä. Tarkkaavuuden kohde kullakin hetkellä riippuu tarkkaavuuden suuntautumiseen osallistuvien tahdonalaisten ja tahdosta riippumattomien voimien kilpailusta. Fyysissä piirteissä tapahtuviin muutoksiin voidaan suuntautua passiivisesti. Semanttisissa piirteissä tapahtuviin muutoksiin orientoidutaan vain aktiivisesti[6]. Esimerkiksi yksilön kuunnellessa kokemuksiinsa nähden tavanomaista musiikkia tapahtuu suuntautumista vain aktiivisen tarkkaavuuden ansiosta. Aktivoidut elementit pysyvät poissa tarkkaavuuden polttopisteestä aktiivisen torjunnan tai habituaation kautta. (Cowan 1995, 139-163.)

---

[4] Kehityspsykologiassa tarkkaavuus on saanut osakseen huomiota jo Baldwinista (1894) lähtien. Baldwin määritteli tarkkaavuuden (attention span) ajanjaksoksi, jonka lapsi kykenee pitämään yllä tarkkaavuutta yhteen toimintaan. Pascual-Leone (1970) määritteli mentaalisen tehon (M-power, M-space) yhtenä hetkenä aktivoituneiden skeemojen maksimimääräksi. (Case 1985, 288.)

[5] Mirsky et al. (1991) erottavat tarkkaavaisuudessa kohdentamisen, ylläpidon ja joustavan siirron. Kohdentamiseen liittyy toimeenpano ja ylläpitoon valppaus. Pribram & McGuinness (1975) erottavat suorituspyrkimyksen, joka kykenee yhdistämään ulkoisen ärsykkeen aikaan saaman suuntautumisen ja sisäsyntyisemmän toimintavalmiuden (aktivaation) toisiinsa. (Lyytinen 1995, 87-88.)

[6] Toisaalta aktiivinen orientaatiokaan ei varmista kohteen muistettavuutta, mikäli tarkkaavuus kohdistuu erilliseen kohteeseen. Tämä johtuu palautuskoodien vähäisyydestä. Mitä enemmän on assosiaatioita, sitä enemmän on palautuskoodeja ja siis mahdollisia palautusreittejä. Mikäli informaatiota aiotaan varastoida pysyvästi, sen tulee assosioitua hyvin tulkittuun, pysyvään informaatioon. Muistaminen riippuu myös siitä, kohdistuuko tarkkaavuus pinnallisiin vai syvällisiin suhteisiin. Jos semanttisiin suhteisiin ei ollenkaan kohdisteta tarkkaavuutta, muistaminen heikkenee ja informaation moniselitteisyydet jäävät ratkaisematta. (Underwood 1978, 239-251.)

Tahdosta riippumattoman tarkkaavuuden kapasiteetti on suuri. Tahdonalaisesti voidaan tarkata vain rajallisia kokonaisuuksia. (Lyytinen 1995, 87-88.) Sensorisen tason analyysi tapahtuu ennen valikoivan tarkkaavuuden suodatustoimintaa. Kestomuistin piirteet vaikuttavat valikointiin. (Cowan 1995, 139-140.) Valikoiva tarkkaavuus ei välttämättä ole tahdonalaista (Cowan 1995, 4). Tarkkaavuus voi myös jakautua. Tällöin myös sellainen informaatio, joka ei ole tarkkaavuuden polttopisteessä, saa jonkin verran huomiota osakseen (Eysenck & Keane 1992, 105).

Casen (1985, 1992) teoriassa yleinen kehitystekijä liittyykin aivojen biologiseen kypsymiseen sekä tarkkaavuuden keskusresurssin kasvuun. Case (1985) käyttää tarkkaavuuden ylläpidosta termiä toimeenpaneva prosessointitila (executive processing space, EPS). Ylläpito voidaan käsittää niiden skeemojen kokonaismääräksi, joita lapsi voi yhtäaikaisesti ylläpitää tavoitteellisessa toimintajaksossa. Case esittää, että skeemojen kokonaisaktivaatio on vakio, mutta mentaalisti aktivoitujen skeemojen määrä on rajallinen. (Case 1985, 288-289.) Tällä hän viitannee siihen, että lyhytkestoisen muistin sisällöstä osa on tarkkaavuuden ulkopuolella, ja että tarkkaavuuden kohteena olevan tiedon määrä on rajallinen (Cowan 1995).

Case erottaa toisistaan lyhytkestoisessa muistissa operaatiotilan (operating space, OS) ja varastointitilan (short-term storage space, STSS). Operaatiotilaa käytetään uusien skeemojen aktivoimiseksi ja varastointitilaa aktivoituneiden skeemojen ylläpitoon ja/tai palauttamiseen, joten niiden voidaan tulkita liittyvän päämääräsuuntautuneen toiminnan koordinaatioon, toiminnan järjestämiseen ja suunnitteluun. Toimeenpanokuormite (momentary executive load, EPL) puolestaan ilmaisee skeemojen määrän, joka yksilön täytyy aktivoida suorittaakseen askeleen toimeenpanojaksossa. (Case 1985, 289-290.)

Lyhytkestoinen muistitila on Casen teoriassa relatiivisesti määritelty, koska skeemat pyrkivät yhdistymään oppimisen tuloksena. Oppimiseen liittyvän automaation sekä kypsymistekijöiden tuloksena Case olettaa lyhytkestoisen muistin kapasiteetin kasvavan kehityksen myötä. Casen suorittamat testit sensomotorisessa, relationaalisessa ja dimensionaalisessa vaiheessa oleville lapsille osoittivat, että lasten lyhytkestoinen muistitila kasvoi ennustetulla

tavalla. Ainoastaan kasvun hidastuminen oli nopeampaa kuin ennustettiin. Esimerkiksi nelivuotiaiden dimensionaalinen STSS käsitti noin yhden yksikön. 6-vuotiaiden STSS oli n. 2 yksikköä. 8-vuotiaiden STSS oli n. 3 yksikköä ja 10-vuotiaiden vajaa 4 yksikköä. (ibid, 324-325.)

Casen oletus kehitykseen liittyvästä yleisestä tekijästä, kapasiteettirajasta, on saanut tukea. Sitä voidaan verrata Spearmanin (1904, 1927) esittämään älykkyyden yleiseen faktoriin, joka voidaan erottaa tehtäväspesifistä faktorista. Norman & Shallice (1985) olettavat Casen tapaan että yleinen tekijä liittyy toimeenpanevan toiminnan tehokkuuteen ja joustavuuteen. (Cowan 1995, 223.) Millerin (1993, 260-261) mukaan kokeelliset tutkimukset (Hale 1990; Kail 1991) ovat niin ikään osoittaneet, että Casen oletus yleisestä kapasiteetin lisäyksestä kehityksen myötä on oikea.

Toimeenpanofunktiota on lapsuuden älykkyyden kehityksessä korostettu tärkeäksi osatekijäksi myös aivotutkimuksen piirissä (Welsh, Pennington & Groisser 1991). Lapsuuden toimeenpanofunktion kehittyminen liittyy etuotsalohkojen kehittymiseen. Niiden oletetaan osallistuvan valikoivaan tarkkaavuuteen sekä informaation organisointiin ja integraatioon (Weyandt & Willis 1994, 27). Toimeenpanofunktio seuraa monivaiheista kehitysprosessia, ja siihen sisältyviä faktoreita on havaittu olevan useita (Welsh, Pennington & Groisser 1991, 133-144).

3.1.2. Casen lyhytkestoisen muistin testit

Case olettaa lyhytkestoisen muistin[7] varastointitilan kasvavan kussakin kehitysvaiheessa. STSS-arvot osavaiheissa 1, 2 ja 3 ovat S_x, $2S_x$ ja $3S_x$ x:n

[7] Testiltä vaaditaan, että yksilön tulee toimeenpanna sarja muodoltaan identtisiä operaatioita (OP1, OP2, OP3). Operaatioiden kehityksellisen tason on selvästi spesifioiduttava. Kuhunkin operaatioon viittaava osoitin on varastoitava seuraavaa operaatiota toimeenpantaessa, ja näin joka askeleella tuotetaan kasvavaa toimeenpanoprosessin kuormitusta (Askel 1: EPL= OP_X, askel 2: EPL = OP_X + S; askel 3 = OP_X + 2S jne.) Testaajan on pystyttävä määrittämään askelten lukumäärä, jonka yksilöt voivat toimeenpanna - ja täten varastoitavien osoittimien lukumäärä - ennen kuin toimeenpanoprosessin tila tulee ylikuormitetuksi. Testin on motivoitava yksilöä riittävästi, jotta se ei aliarvioisi STSS:n todellista kokoa. Esiharjoitusta on oltava riittävästi, jotta sekä testin yleinen objektiivi että vaaditut operaatiot tulevat tutuiksi. Muutoin yksilöiltä menee prosessointitilaa näiden aspektien selvittämiseksi ja testi aliarvioi STSS:n kokoa. Muististrategioiden tai tilaa säästävien apukeinojen käyttö on ehkäistävä, jotta testi ei yliarvioi STSS: kokoa. Chunking on ehkäistävä, jotta testi ei yliarvioi STSS:n kokoa. (Case 1985, 309-310.)

viitatessa kullekin tasolle luonteenomaisen operaation tasoon ja S:n viitatessa tilaan, jonka tällaisen operaation 'osoittimen' varastoiminen vaatii.

Sensomotorisen vaiheen muistitestissä käytetyssä kojeessa on värikkäitä puutappeja, jotka kilauttavat kukin eri kelloa, kun niitä painetaan. Vauvan on jäljiteltävä testaajaa tappien painelussa. Toimeenpanokuormite on tappien suora funktio. Case oletti, että sensomotorisen[7] kauden 1. osavaiheessa 1 (4-8 kk) STSS vaatii yhden tilayksikön, 2. osavaiheessa (8-12 kk) 2 yksikköä ja 3. vaiheessa (12-18 kk) 3 yksikköä. Tulokset olivat alustavia, mutta tukivat oletusta: 1. vaihe 1.33 (66% suoriutui odotetulle tasolle); 2. vaihe 2.29 (57%), 3. vaihe 3.27 (63%). (Case 1985, 315.)

Relationaalisen vaiheen ei-kielellistä ajattelua varten kehitettiin *Action Span* - testi, jossa lapset istuvat katsellen laatikkoa, jonka seinämästä pistää esiin erilaisia esineitä, joita voi liikuttaa eri tavoin. Kukin objekti sisältää kaksi toimintavaihtoehtoa (esim. työntäminen ja vetäminen). Testi vaatii lasta tulkitsemaan esineen ja laatikon välille luodut relationaaliset suhteet.

1 - 1,5 vuotiaiden STSS edusti relationaalista[8] nollatasoa. 1,5 - 2-vuotiaiden STSS käsitti yhden yksikön, 2-3,5-vuotiaiden STSS oli n. 2 yksikköä, ja 3,5-5-vuotiaiden STSS oli n. 4 yksikköä. (ibid, 319.)

---

[7] Oletetaan, että EPL, joka kuluu mallin monitorointiin ja jäljittelyyn on $OP_{sensorimotor}$ + S kullekin tapille. Tapit on asetettu hajalleen ja riittävän kauas toisistaan, jotta kahta tappia ei voi katsella yhtäaikaisesti. Voidaan siksi olettaa, että intentio painaa toista tappia, kun huomio vielä kohdistuu edeltävään, vaatii varastointitilaa lisää - nimittäin tuon tapin olemassaoloon viittaavan osoittimen varastoinnin. Tämän mukaisesti koko operaatiosarjan EPL on sarjassa esiintyvien tappien suora funktio. Esim. kahden kellon soittamiseksi lapsen EP-tilan pitäisi olla $OP_{sensorimotor}$ + 2S. (Case 1985, 315.)

[8] Mitä tahansa operaatiota observoitaessa edellisten operaatioiden osoittimet pitää varastoida. Muutoin yksilö ei muista, mikä nimenomainen toiminta toimeenpantiin milläkin kerralla. Osoittimien varastointi voidaan määritellä lisäämällä jäljiteltävien toimintojen määrää. (ibid, 317.)

Dimensionaalisen vaiheen testissä[9] lapsi laskee kohteet ja palauttaa mieleen niiden lukumäärän sen jälkeen, kun ne on siirretty pois näkyviltä. Objektien määrää lisättiin siihen asti, kunnes lapsi ei enää kyennyt pitämään lukua kaikista. Oletettiin, että 4-vuotiaat suoriutuvat yhdestä sarjasta ($OP_{dimensional}$), 5-6-vuotiaat kahdesta jne. (Case 1985, 320.)

Ei-kielellisinä testinä lapsille esitetään kuva klovnista, jonka ruumiinosista yksi on väritetty kirkkain värein. Tämän jälkeen näytetään sama kuva ilman väritettyä kohtaa, ja pyydetään lasta osoittamaan se kohta, joka oli ollut väritetty. Vähitellen värikkäitä kohtia lisätään systemaattisesti, kunnes lapsi ei enää muista niitä oikein. Tämä dimensionaalinen operaatio ilmaantuu 4 vuoden iässä muodostuen alkeellisemmista relationaalisista osatekijöistä, jotka puolestaan muodostuivat 1,5 vuoden iässä. (ibid, 322.)

[9] Lyhytkestoisen muistin varastointitilaa keskilapsuudessa on jo tutkittu aiemmin (Burtis 1974; Case 1970, 1972; deAvila 1974; Diaz 1974; Parkinson 1976; Pascual-Leone 1970; Pascual-Leone & Smith 1969; Pulos 1979). Tutkimukset ovat tuottaneet näyttöä, että STSS kasvaa siinä määrin, kuin Case esittää. Mittareihin liittyy kuitenkin ongelma: operaatiot, joihin ne liittyvät, ovat usein hankalasti spesifioitavissa. Tämän vuoksi Case & Kurland (1985) kehittivät uuden mittarin. Operaatioksi he valitsivat laskemisen, joka liittyy useaan toimeenpanevaan kontrolli-rakenteeseen dimensionaalisessa vaiheessa. (ibid, 320.)

3.2. Kehitysmekanismi

Casen perusoletus on, että uusi kehitystaso saavutetaan silloin, kun kyetään tahdonalaisesti kontrolloimaan aiemmin mahdottomia toimintoja (Case 1985, 412). Kehitystä tapahtuu tilannekohtaisten skeemojen (= toimeenpanevien kontrollirakenteiden) yhdistyessä ja lujittuessa. Oppiminen ja kehitys on tässä mielessä pintasuuntautunutta. Tämä ei merkitse sitä että lapsen ensimmäiset kontrollirakenteet olisivat yksityiskohtien tasolla eriytyneitä. Eriytymistä tapahtuu, kun paikallisempi ja globaalimpi kontrollirakenne integroituvat (esim. lapsi kykenee paitsi yhdistämään kaksi sanaa lauseeksi *sekä* tarkkaamaan sanan sisällä tapahtuvaa taivutusmuotoa). Tässä mielessä oppiminen voi olla syväsuuntaista.

Oppiminen alkaa aina osavaiheen tasolta. Osavaiheesta toiseen siirryttäessä integraatio ei ole välttämättä hierarkkista. Osavaiheissa toiminnat muuttuvat sujuvammiksi, ja monenlaisia asteittaisia yhteyksiä tiedonosien välille syntyy. Kun uusi skeema muodostuu, sitä kyetään ensin käyttämään vain erillisenä. Tässä vaiheessa lyhytkestoisen muistitilan suuruus muodostaa yhden yksikön Osavaihetta Case kutsuu yksitahoisen koordinaation vaiheeksi, sillä lapsen tarkkaavuuden kohteena voi olla vain yksi vaihespesifi kontrollirakenne. (Case 1985, 413; Case 1992, 18.)

Toisessa vaiheessa kaksi skeemaa integroituu. Tämän seurauksena muistitilaa vapautuu yhden yksikön verran. Lapsi harjaantuu niin, että toiminta voi sisältää kaksi vaihespesifiä kontrollirakennetta. Osavaihe on nimeltään kaksitahoisen koordinaation vaihe. Kolmannessa vaiheessa kahta tai useampaa rakennetta voidaan soveltaa yhtäaikaisesti ja integroituneesti yhdessä, koherentissa toiminnossa. Kolmatta osavaihetta kutsutaan elaboroituneen koordinaation vaiheeksi. Tällöin lapsi hallitsee aiemman tason toimintoja niin sujuvasti, että muistitilaa on käytössä jo neljä yksikköä. Integraation tuloksena skeemojen yhdistelmä voi saavuttaa palautettavuuden[1]. (Case 1985, 413; Case 1992, 18.)

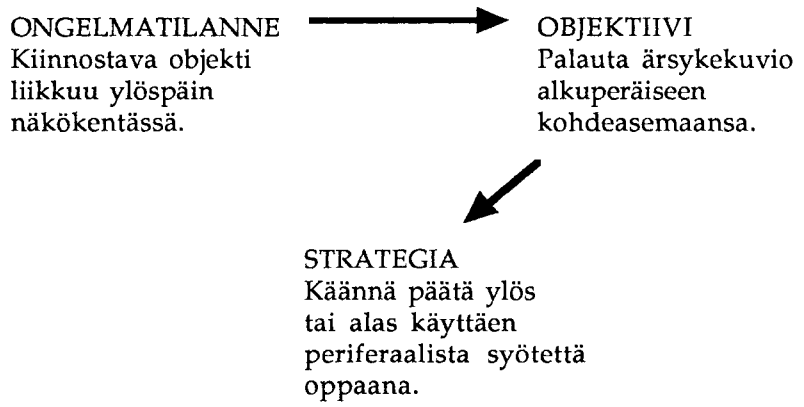
Uuden kehitystason näkökulmasta elaboroituneen osavaiheen lopulla käytössä on yksi *uusi* yksikkö. Palautettavuuden muodostuttua siirrytään muutokseen

[1] On huomattava, että Case käyttää palautettavuuden käsitettä lapsen toiminnan globaalia tasoa kuvatessaan. Tieto on probabilistista, mutta voi lujittua korkeamman tason yksiköiksi.

päävaiheen tasolla. Toisin sanoen määrällisen kehityksen tietyssä pisteessä tapahtuva lujittuminen saa aikaan laadullisen muutoksen ajattelussa.

Siirtyminen päävaiheesta toiseen tapahtuu hierarkkisen integraation tuloksena (Case 1985, 413). Kontrollirakenteiden lujittuessa päävaiheen tasolla uudenlaisiksi yksiköiksi, lapsessa tapahtuu muutos, joka havaitaan sellaisten rakenteiden sujuvana käyttönä, jotka aikaisemmin tuottivat vaikeuksia ja joiden käyttö vaati runsaasti tarkkavuutta ja ponnistelua.

Toimeenpaneville kontrollirakenteille on yhteistä: a) tilan representaatio (esim. sensorisen), b) jonkin tavoitellumman tilan representaatio, c) strategian representaatio (esim. motorisen), jonka avulla saadaan aikaan muutos yhdestä tilasta toiseen: A - B.

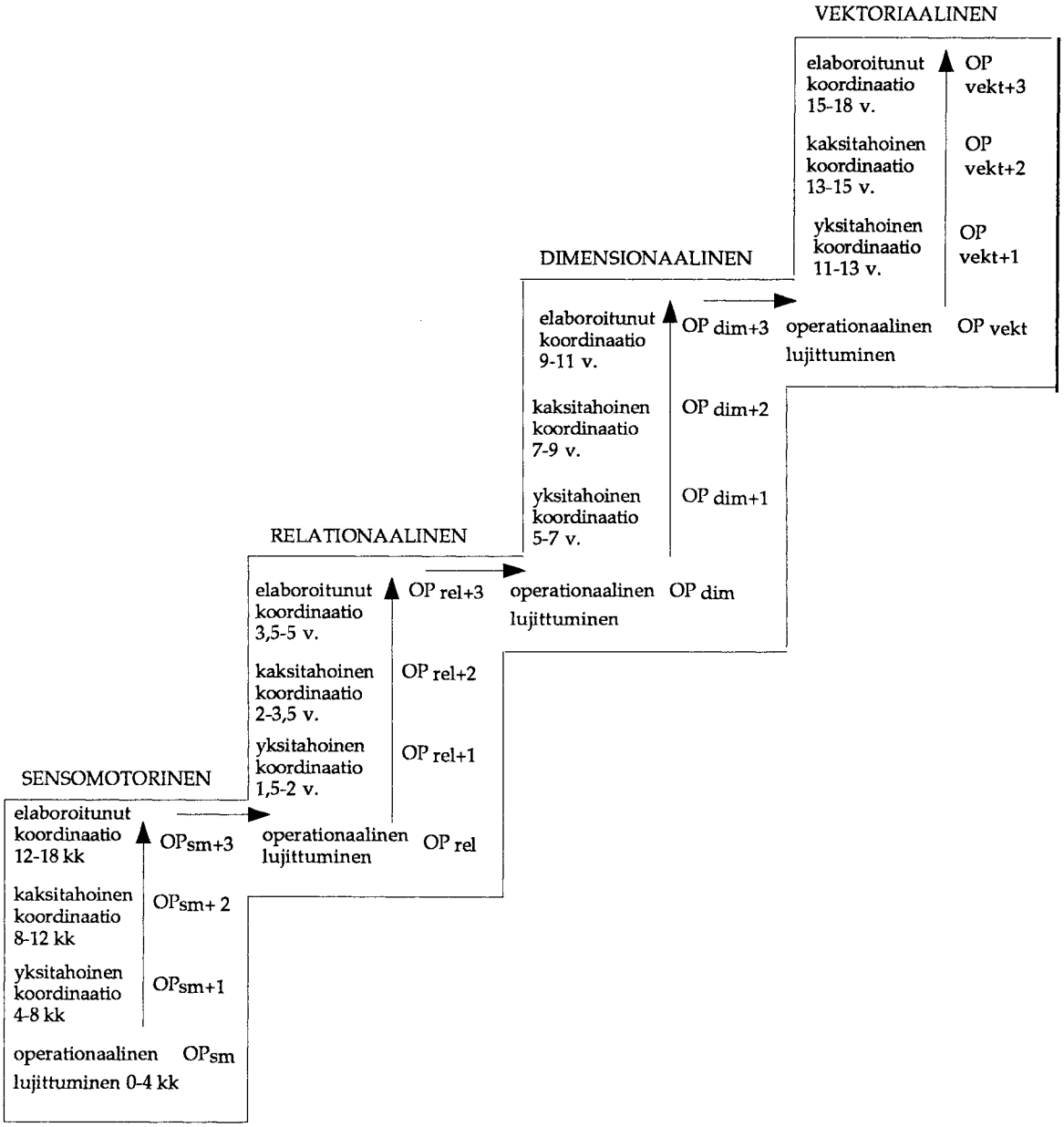


KUVA 3.3. Sensomotorisen vaiheen toimeenpaneva kontrollirakenne (Case 1992, 19).

Kirjaimien A ja B oletetaan olevan kontrollirakenteita, jollaisia lapsi käyttää jokapäiväisessä elämässään ongelmia kohdatessaan (Case 1992, 19-20). Muutos tilasta toiseen tapahtuu samalla tavalla kuin vastaa produktion ehdot-toiminta - rakenteessa (Anderson 1983). Case käyttää termiä strategia struktuurin kuvaamiseen. Strukturaalinen analyysi muodostetaan esistrategisen yksityiskohtaisen prosessikuvauksen perusteella.

3.3. Kehitysvaiheet

Case erottaa neljä päävaihetta, jotka puolestaan jakautuvat kolmeen osavaiheeseen. Päävaiheet ovat sensomotorinen (4-18 kk), relationaalinen eli interrelationaalinen (1,5-5 v.), dimensionaalinen (5-11 v.) ja vektoriaalinen (11-18 v.). Kukin niistä jakautuu yksitahoisen, kaksitahoisen sekä elaboroituneen koordinaatioon osavaiheeseen.



KUVA 3.4. Casen malli kehitysvaiheista sekä lyhytkestoisen muistitilan kasvu suhteessa vaihespesifiin operaatioon (1985, 1992).

3.3.1. Sensomotorinen vaihe

Sensomotoriset kontrollirakenteet lujittuvat ensimmäisen neljän kuukauden aikana. Kuukauden ikäinen vauva alkaa tutkia ympäristöään aistiensa ja liikkeittensä avulla. Ongelmatilanteen muodostaa usein miellyttävän kohteen tai kokemuksen katoaminen aistinpiiristä. (Case 1985, 120-145.)

4-8 kk iässä hienomotorisen ja karkeamotorisen tahdonalaisesti suuntautuvan toiminnan hierarkkinen integraatio alkaa, joten Case esittää sensomotorisen vaiheen alkavan kyseisessä iässä. Yksitahoisen koordinaation osavaiheessa esittyvää hienomotorista eli aistihavaintoon liittyvää skeemaa voidaan kuvata kirjaimella A, karkeamotorista liikeskeemaa kirjaimella B, ja näiden kahden integraatiota suhteella A-B. Tällöin lapsi kykenee tahdonalaisesti toistamaan juuri suorittamiaan liikkeitä[1], ja havainnoimaan liikkeiden seurauksia. (Case 1992, 21.)

Toisessa osavaiheessa (8-12 kk) lapsi alkaa kohdistaa tarkkaavuuttaan kahdelle taholle: sekä päätavoitteeseen että välitavoitteeseen. Kaksitahoista koordinaatiota Case kuvaa symbolein:

$$\begin{array}{c} A_1 - B_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ A_2 - B_2 \end{array}$$

Pisteviiva symboloi lapsen kokonaisvaltaista, mutta eriytymätöntä käsitystä siitä, että jonkinlainen kausaalisuhde vallitsee näiden kahden toiminta-päämäärä - parin välillä. (Case 1992, 21.)

[1] Hierarkkista integraatiota voi tapahtua myös visuaalisten kontrollirakenteiden kesken. Tällöin lapsi ymmärtää yhteyden, joka kahdella usein peräkkäin ilmaantuvalla tapahtumalla on. Hän kykenee antisipoimaan jälkimmäistä tapahtumaa havaittuaan ensimmäisen, ja kohdistamaan katseensa sen mukaisesti. (Case 1985, 126, 143). Samoihin aikoihin vokalisaatiota opitaan käyttämään keinona saavuttaa jokin sosiaalinen päämäärä, ja kuuntelemiseen liittyviä kontrollirakenteita kyetään integroimaan vokalisaatioon liittyviin kontrollirakenteisiin. Viimen mainittu johtaa siihen, että lapsi kykenee tuottamaan aikuisen lausumista sanoista hyvin yleiset piirteet (ns. suprasegmentaalisen kaarroksen). Lapsi oppii jakamaan aikuisen pyrkimyksen taukojen ja äänteiden väliseen jaksotteluun. Tauon aikana lapsi kuuntelee aikuisen reaktiota ja 'vastaa' tähän omalla äänteellään. Lisäksi lapsi oppii koordinoimaan huulten liikkeet vokalisaatiorakenteisiin, minkä johdosta myös konsonanttien tuottaminen tulee mahdolliseksi. (ibid, 136-139, 145).

Esimerkiksi sanojen tuotannossa[2] edetään kaksitavuisten äänteiden tuotantoon ja niiden jäljittelyyn silloin, kun aikuisen puheessa niitä ilmenee (Case 1985, 145). Kuulonvaraiset ja äänentuotannon skeemat ovat keskenään siinä määrin koordinoituneet, että lapsi voi tarkata aikuisen puheessa tapahtuvia muutoksia. Lapsi kykenee jäljittelemään sellaisia uusia äänteitä aikuisen puheesta, jotka ovat riittävän samanlaisia lapsen vastikään tuottamien äänteiden kanssa. Äänteiden on oltava spatiaalisesti ja ajallisesti lähellä toisiaan. (Case 1992, 22.)

3. osavaiheessa (12-18 kk) lapsi alkaa tutkia tarkemmin ensin kahden sitten useamman yhdistelmän palautettaa suhdetta. He esim. erottavat vaakalaudan painamisen ja nostamisen toisistaan. Elaboroituneen koordinaation symbolinen kuvaus (Case 1985, 129):

$$\begin{array}{c} A_1 - B_1 \\ X \\ A_2 - B_2 \end{array}$$

Puhumaan oppimisessa suhteellisen kiinteät merkitykset alkavat vakiintua. Ongelmanratkaisuna puhuimaan oppiminen on äänteen käyttämistä välineenä sosiaaliselle päämäärälle. Samaan aikaan tapahtuu uusien äännemallien jäljittelyä tutkimisen avulla. Lapsi yhdistelee jo hallitsemiaan äännekuvioita niin, että ne parhaiten vastaavat aikuisen käyttämää sanaa. (Case 1985, 140-146.)

---

[2] Lapsi kykenee kurkottamaan esinettä sen oletetusta ilmestymispaikasta, tarttumaan sitä peittävään esteeseen ja vetämään esteen pois edestä. Lapsen on tällöin havaittava objekti yhdessä asemassa, asennoiduttava toimimaan tuon objektin suhteen, kohdistettava tarkkaavuus toiseen objektiin sekä asennoiduttava välitavoitteellisesti toimimaan myös tämän suhteen. Hänen on kyettävä vakiinnuttamaan toiminta, jonka hän toivoo välitavoitteenaan suorittavansa, ja aktuaalisesti suoritettava tuo toiminta. Lisäksi hänen on monitoroitava muutokset, jotka tapahtuvat suoraan toiminnan tuloksena sekä välillisesti päätavoitteen suhteen. (Case 1985, 123, 128.)

Lapsi alkaa integroida objekteihin liittyviä vuorovaikutusrakenteita hoitajaan liittyviin vuorovaikutusrakenteisiin. Lapsi voi kurkottaa helistintä ja alkaa heiluttaa sitä samalla toistuvasti tarkkaillen äitiään ja vaihtaen tämän kanssa hymyjä (Trevarthan & Hubley 1979). Myös tämä rakenne on kaksitahoinen: toinen tarkkaavuuden kohde on äiti, toinen esine. (Case 1985, 136.)

Ääntelyyn perustuvassa vuorovaikutuksessa lapsi integroi vokalisaatiorakenteitaan objektien tavoitteluun liittyvin rakenteisiin. Tällöin hän kurkottelee tai osoittaa mieluista kohdetta, kääntyy aikuiseen päin ja jokeltaa vaativasti. Sanamerkitysten oppimisessa edetään suuri askel: lapsi kykenee ymmärtämään äännekuvion, jonka aikuinen kohteeseen osoittaa, ja alkaa harjoittaa kuviota ääneen ja mielessään. Tällöin lapsen on kohdistettava katse kyseiseen objektiin, tutkittava sitä visuaalisesti ja tulkittava kohteeseen liittyvä auditorinen kuvio. (ibid, 143-144.)

Välillisen päämäärärakenteen lujittuminen merkitsee *relationaalisen* kontrollirakenteen syntyä. Sensomotorisen vaiheen lopulla lapsi kykenee ratkomaan monia ongelmia, jotka edellyttävät useiden erilaisten alaongelmien ratkaisemista päätavoitteen saavuttamiseksi. Strategioiden perusrakenne säilyy usein samana, mutta välitavoitteet lisääntyvät. (Case 1985, 129; Case 1992, 23-24.)

3.3.2. Relationaalinen (interrelationaalinen) vaihe

Kolmannen sensomotorisen osavaiheen kontrollirakennetta voidaan luonnehtia rakenteeltaan relationaaliseksi (Case 1992, 24). Relationaalisessa kehitysvaiheessa lapsi on vasta, kun hän osaa yhdistää kaksi erilaista relationaalista suhdetta tai käyttää toista suhdetta toiselle välitavoitteena. Tätä ei tapahdu ennen 1,5 vuoden ikää. (Case 1985, 95-96.)

Relationaalisen vaiheen alussa lapsi kokoaa relationaalisia pareja, joita sitten alkaa hallita vaiheen lopussa jossakin palautettavuuden tai kompensaation muodossa. Hän kykenee vakiinnuttamaan relationaalisten päämäärien sarjan keinona saavuttaa päätavoite, joka sekin on relationaalinen. (Case 1992, 24-27.)

Ensimmäisessä osavaiheessa (1,5-2 v.) lapsi alkaa koordinoida kahta erilaista relationaalista rakennetta. Toisessa osavaiheessa (2-3,5 v.) iässä lapsi kykenee kohdistamaan tarkkaavuutensa kahteen relationaaliseen yksikköön. Kolmannen osavaiheen (3,5-5 v.) jälkeen ne lujittuvat.

Esimerkkejä: Spontaanit ilmaukset ja laskemaan oppiminen

Aluksi lapsi käyttää sanaa saavuttaakseen jonkin käytännöllisen päämäärän. Yksitahoisen koordinaation vaiheeseen siirrytään, kun opitaan käyttämään sanaa myös viittauskohteen poissaollessa. Viittaussuhteen lujittumisesta on se seuraus, että kaksisanaisia ilmauksia opitaan käyttämään. Tämä mahdollistaa kieliopin eli syntaksin[3] muodostumisen: Lapsi voi kohdistaa tarkkaavuuden myös sanallisen ilmauksen sisäiseen suhteeseen, ei vain tapahtuman ja kuulijan väliseen globaaliin suhteeseen. Case huomauttaa, että kielessä tavoitteiden ja

[3] Kielellisiä relaatiota ovat Brownin (1973) mukaan mm. agentti-toiminta, toiminta-objekti, agentti-objekti, omistussuhde, attribuutio, negaatio ja lokaatio. (Case 1985, 169-172.)

välitavoitteiden käänteistä järjestystä ei välttämättä synny, vaan tavoitteet ilmenevät siinä järjestyksessä, jossa ne ilmaantuvat aikuisen puheessa. Palautettavuus kielessä ei ole käänteistä. (Case 1985, 169-172.)

Kielessä[4], samoin kuin taiteessa, kaksitahoinen koordinaatio käsittää sekä syntaktisia yksikönsisäisiä ja yksiköiden välisiä suhteita. Puheessa yksikön sisäinen suhde voi ilmetä niin, että lauseen sisälle ilmaantuu jokin syntaktinen piirre ('mehu *loppui* '). Yksiköiden väliset suhteet ilmenevät niin että yksittäiset suhteet ('minun mehu' ja 'mehu loppu') voidaan ilmaista yhdellä lauseella ('minun mehu loppu'). (Case 1985, 169-172.) Edellä mainittu on musiikillis-syntaktisen kehityksen kannalta Casen kantava ajatus tämän tutkimuksen kannalta (ks. luku 5).

Yksikönsisäiset ja yksiköiden väliset suhteet automatisoituessa lauseet tulevat täydellisemmiksi ('minun mehuni loppui'). Kolmannessa osavaiheessa elaboroitunut koordinaatio ilmenee niin, että suhteet sisältävät useampia relationaalisia suhteita samassa lauseessa. (Case 1985, 169-172.)

Toisin kuin puhumaan oppiminen laskemaan oppiminen edustaa loogista aluetta. Laskemista tarvitaan myös musiikin alueella ylläpidettäessä metriä. Oletankin tästä syystä esikouluiässä kehittymään alkavan rytmin metrisen eli formaalin, laskemiseen perustuvan ulottuvuuden (Bamberger 1991; Upitis 1987; ks. luku 5.) perustuvan seuraavankaltaisille Casen kuvaamille saavutuksille:

Yksitahoisen koordinaation vaiheessa lapsen tarkkaavuus voi kohdistua joko 'laskemisen' kohteeseen ja sen konkreettiseen koskemiseen tai kohteen nimeämiseen (kohteen nimeksi annetaan numero). Oppiminen tapahtuu jäljittelemällä. Kaksitahoisen koordinaation vaiheessa edelliset relaatiot koordinoituvat. Lapsi kykenee koskettamaan kohdetta, nimeämään sen numerolla sekä siirtymään seuraavaan numeroinnin kohteeseen. Tässä vaiheessa lapsen on kuitenkin laskettava jokainen vastaantuleva kohde - jos hänen on esimerkiksi eriteltävä tyttö- ja poikanuket, menevät laskut sekaisin.

---

[4] Tämä pätee Casen mukaan alueilla, joilla yksikönsisäiset suhteet ilmenevät säännöllisesti, ja joilla yksikönsisäisten ja yksiköiden välisten suhteiden rakenne voidaan oppia erikseen. (Case 1985, 169-172.)

Tämä johtuu siitä ettei lapsi vielä täysin palautettavasti koordinoi välineellisiä ja estäviä suhteita. Elaboroitu koordinaatio merkitsee palautettavuutta, jonka ansiosta välineelliset ja estävät suhteet hallitaan samassa operaatiossa. Lapsi kykenee pitämään lukua sekä poisjätettävistä että mukaanotettavista kohteista samalla kun laskuissaan siirtyy aina seuraavaan kohteeseen (Case 1985, 176-179.)

3.3.3. Dimensionaalinen vaihe

Dimensionaalinen vaihe on kehitysvaihe, jolloin kehittyy kyky abstrahoida merkittävät dimensiot kohteessa. Dimensionaaliset kontrollirakenteet kehittyvät samaan tapaan hierarkkisesti relationaalisista kontrollirakenteista kuin relationaaliset sensomotorisista.

Monimutkainen relationaalinen rakenne lujittuu 3,5-5 vuoden iässä. Laadullinen muutos tapahtuu 5-7 vuoden iässä, sillä tällöin nämä monimutkaiset relationaaliset kontrollirakenteet koordinoituvat keskenään. Tuloksena on uudentyyppinen ajattelu, relationaalisesta poikkeava ajattelu. 5-7-vuotias kykenee harkitsemaan ongelmaa yhden ja 7-9-vuotias kahden dimension suhteen kerrallaan. Elaboroitu taso saavutetaan 9-11-vuotiaana. Elaboraatio on usein kahden dimension sofistikoidumpaa ja integroituneempaa suhteuttamista.

Tahdonalaiset kontrollirakenteet, jotka kohdistuvat eri dimensioihin tulevat alakouluiässä mahdollisiksi silti ylikuormittamatta lyhytkestoisen muistin varastointitilaa. Ajattelun tilannesidonnaisuus vähenee, mutta konkreettinen viittauskohde yhä tarvitaan. Tarkkaavuus voidaan tahdonalaisesti kohdistaa kahdella dimensiolla oleviin suhteisiin, mutta analysoitavia suhteita ei voida lisätä rajattomasti. Merkittävien dimensioiden lisäksi lapselle karttuu tahdonalaisen tarkkaavuuden ulkopuolella runsaasti tietämystä, johon liittyvät toimeenpanofunktiot ovat yksinkertaisempia. Nämä implisiittiset, epäsuoran muistamisen piirissä vaikuttavat semanttisen verkon osat vaikuttavat tiedon valikointiin.

Dimensionaaliset osavaiheet ilmenevät Casen mukaan seuraavanlaisin testein: 1) Esidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi erottuvassa riippumattomassa muuttujassa hyvin suuri ero ja vähemmän erottuvassa muuttujassa eroa ei ollenkaan. 2) Unidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi riippumattomassa erottuvassa muuttujassa on pieni ero ja vähemmän erottuvassa muuttujassa ei lainkaan eroa. 3) Bidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi erottuvassa riippumattomassa muuttujassa ei ole lainkaan eroa ja vähemmän erottuvassa pieni ero. 4) Integroidut bidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa kummassakin muuttujassa on pieni ero, ja nämä kaksi muuttujaa toimivat vastakkaisiin suuntiin *(= dimensionaalinen konflikti)* . Konflikti voidaan selvimmin havaita sarjallista ajattelua vaativissa tehtävissä, joissa useat välitavoitteet ja päätavoite on kyettävä pitämään mielessä. (Case 1992, 350.)

Casen teoriaa on testattu rakenteellisten mikroanalyysien avulla määrällisen, sosiaalisen ja spatiaalisen päättelyn osalta. Pinnallisista eroista huolimatta niiden perustana olevat rakenteelliset muutokset ovat samanlaiset. Määrällisen ajattelun testit johtivat piaget'laiseen[5] ryhmään (ks. luku 2). Spatiaalisen päättelyn osalta tulokset olivat erilaiset, ja testit johtivat useantyyppiseen ryhmään. (Case 1985, 209.) Relationaalisessa vaiheessa laadullisista suhteista vähitellen kehittynyt laskemisoperaatio on lujittunut dimensionaaliseksi 'sääntöpohjaiseksi' numero-operaatioksi, jolloin lapsi ymmärtää lukumäärän välineellisen merkityksen sujuvasti (Case 1992, 27).

Musiikissa matemaattis-loogisella dimensionaalisella ajattelulla on merkitystä sikäli, että lapsi oppii laskemaan pulssiin osittuvia erimittaisia kestoja. Tämän tutkimuksen kannalta määrällistäkin ajattelua kiinnostavampaa on selvittää, kuinka teoria soveltuu alueille, jotka ovat pikemminkin syntaktisia kuin loogisia - toisin sanoen taiteissa ilmenevien muotojen alueille. Tähän mennessä Casen (1992) teoriaa on sovellettu piirtämiseen ja tarinankerrontaan.

---

[5] Casen mukaan Piaget'n oletukset yleisistä vaiheista ja rakenteista väärät keskilapsuuden osalta. 1970-luvulla testejä kehittämällä lapset suoriutuivatkin joistakin samaa loogista perusrakennetta testaavista tehtävistä jo 3-4-vuotiaana, mutta joistakin eivät vielä 9-10-vuotiaanakaan. (Case 1985, 183.)

Esimerkkejä: piirtäminen ja tarinankertominen

Dennis (1992) havaitsi monimutkaisten relationaalisten rakenteiden lujittumisen ilmenevän 4-vuotiaan lapsen piirroksessa niin, että 3-4 elementtityyppiä koordinoitui tunnistettavaksi yksiköksi. 6-vuotiaan tarkkaavuus kohdistuikin jo korkeamman asteen suhteisiin: kokonaiset kohteiden sarjat järjestyvät 'maisemaksi'. Maiseman piirtäminen konkreettisena toimintana edellyttää perättäin tapahtuvia erillisten kohteiden pareittain eteneviä kartoituksia. 6-vuotisaan piirrosta voidaan täten luonnehtia yksitahoisen koordinaation osoitukseksi. 8-vuotiaan koordinaatio oli jo kaksitahoista. Maisema (pintarakenne) sai taustan (syvärakenne). Lapsi siis kykeni esittämään syvyyden ulottuvuuden. 10-vuotiaan elaboroitunut ilmeni pinta- ja syvärakenteen integraationa: 'välitaso' yhdisti ne, niin että syvyyden ulottuvuus on jatkuva. Koehenkilöille tehtyjen lyhytkestoisen muistin testitulokset korreloivat piirtämisen kehitystasojen kanssa. (Dennis 1992, 235-245.)

McKeough (1992a) tutki Casen et. al (1992) projektissa lasten narratiivista kehitystä. 4-vuotiaiden tarinat heijastivat operationaalisen lujittumisen vaihetta, aivan kuten 4-vuotiaiden piirrokset edellä mainitussa testissä. 4-vuotiaiden tarinat olivat lyhyitä, tapahtumallisesti ennustettavia sekä ajallisesti ja kausaalisesti suhteessa yhteen tapahtumasarjaan. Nämä skripteiksi luonnehditut kertomukset sisälsivät alkukuvauksen (setting), alkutapahtuman (initiating event), seurauksen (response) sekä lopputuloksen, jossa tarina päätetään (closure). (McKeough 1992a, 175-177.)

6-vuotiaiden tarinoissa siirryttiin skriptin sijasta juoneen. Juonessa kaksi episodia koordinoituu, niin että tarina sisältää ongelman ja sen ratkaisun. Rakenne on siis yksitahoinen. 8-vuotiaiden odotettiin luovan kaksitahoisen rakenteen, eli koordinoivan kaksi juonta. Tarinat sisälsivätkin juonen, johon sisältyi ratkaisua pitkittävä välitapahtuma. 10-vuotiaiden (=elaboroitunut koordinaatio) tarinoissa monimutkaisten tapahtumien määrä lisääntyi, ja osajuonet liittyvät integroidusti pääjuoneen. (McKeough 1992a, 175-177.)

4-vuotiaat hyötyivät strukturoivasta opetuksesta, joka vähensi lyhytkestoisen muistin kuormaa, ja jossa pyrittiin sisäisen ja ulkoisen todellisuuden eriytymiseen ja integroitumiseen. Opetus käsitti tunnetilojen analysointia erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa sekä tehtäviä, joissa kehotettin kertomaan jokin pulmatilanne ja sen ratkaisu. Lisäksi lasten kertomukset kuvattiin tapahtumasarjan mukaisiksi sarjakuviksi (pintarakenne), joiden yläpuolelle lisättiin tunnetiloja representoivat 'kasvot' (syvärakenne). (McKeough 1992b, 207-225.)

3.3.4. Vektoriaalinen (abstrakti dimensionaalinen) vaihe

Vektoriaalisten operaatioiden vaihetta ei tiettävästi ole testattu muuta kuin määrällisen ajattelun alueella. Tämän tutkimuksen kannalta vaihe ei ole relevantti, vaan päähuomion kohteena musiikillisessa kehityksessä ja musiikin keksimisessä ovat dimensionaalisen kehitysvaiheen musiikilliset rakenteet.

Case kuvaa vektoriaaliseen vaiheeseen liittyvän laadullisen muutoksen tapahtuvan 11-12 vuoden iässä, jolloin lapsi oppii koordinoimaan kutakin 'dimensionaalis-kompensationaalista' rakennetta muiden formaalisti samankaltaisten rakenteiden kanssa. Esimerkkinä voidaan mainita etäisyyden ja painon yhteisvaikutuksen arvioiminen. Tämä suhde muuttuu taas kaksitahoiseksi 13-16 vuoden paikkeilla ja elaboroituu 16-19 vuoden iässä. Viimeisen elaboraation ansiosta lapsi ymmärtää sellaisia abstrakteja systeemejä, joissa vertailtaville pareille ei ole olemassa minkäänlaista konkreettista viittaussuhdetta. Esimerkiksi painon ja etäisyyden dimensiot käännetään kahdeksi uudeksi arvoksi, joilla on yhteinen termi. Case huomauttaa, ettei vektoriaalisessa vaiheessa ole enää kyse kulttuurillisista universaaleista, ja että kulttureissa, joissa tämänkaltaisia operaatioita käytetään, eivät operaatiot sisäisty ilman jonkinlaista suoraa opetusta. Case olettaakin siksi, että lasten älylliset rakenteet vanhemmalla iällä tulevat vähemmän universaaleiksi ja formaalista koulutuksesta riippuvaisiksi. (Case 1992, 27-29.)

3.4. Yhteenveto

Casen teoria on ajanmukainen, systemaattisesti muodostettu ja riittävän yksityiskohtainen, jotta sitä voitaisiin hyödyntää musiikillisen kehityksen alueella tehtyjen empiiristen löydösten selittämiseen. Tapa, jolla Case pyrkii syntesoimaan kehityspsykologista tutkimusta on avartava eikä rajoitu esimerkiksi vain loogis-matemaattiseen tietämykseen. On kuitenkin sanottava, että Casen teoria ei ole vielä valmis siinä mielessä, että juuri laajeneminen eri tietämysalueille on käynnissä.

Arviot Casen teoriasta ovat yleensä olleet positiivisia. Esimerkiksi Miller (1993), joka luokittelee Casen teoria neopiaget'laiseksi eikä informaationprosessoinnin teorioihin, kritisoi viimen mainittuja nimenomaan siitä, että kehityksen yleisiä tekijöitä ei ole riittävästi huomioitu joissakin aluespesifeissä tutkimuksissa (Miller 1993, 286). Casen teoriassahan sitä vastoin yleinen kehitystekijä, joka liittyy tarkkaavuden keskusresurssiin, hakutehokkuuteen ja lyhytkestoisen muistitilan kasvuun on keskeisellä tilalla, mikä onkin sille ansioksi (Miller 1993, 103). Siegler (1991, 89) puolestaan esittää, että Casen teoria on osoittautunut arvokkaaksi sekä käytännöllisessä että teoreettisessa mielessä.

Casen teorian tekee soveltuvaksi tähän tutkimukseen kannalta se, että musiikin alueella on löydettävissä paitsi loogis-matemaattisia rakenteita myös musiikillis-syntaktisia rakenteita. Viimen mainitut eivät tule selitetyiksi Piaget'n teorian avulla. Case sen sijaan kuvaa samalla mekanismilla sekä matemaattista että esimerkiksi kielellis-syntaktista kehitystä. Mekanismi on järjestelmällinen ja yksityiskohtainen. Se on niin ikään johdettu empiirisestä käytännöstä lasten yksityiskohtaisten tehtäväsuoritusten pohjalta, ei abstrakteista loogisista rakenteista käsin, jotka niin huonosti sopivat pienen lapsen ajattelua kuvaamaan.

Kehitysmekanismi sallii paitsi tahdonalaisesti kontrolloitavissa olevien palautettavien toimintojen kehittymisen, joka liittyy aina päävaiheesta toiseen siirtymiseen, myös osittaisten ja asteittaisten yhteyksien synnyn tiedonosien välille. Tämä seikka on tärkeä siksi, että nykyään yleisesti katsotaan tietämyksen syntyvän todennäköisyyspohjaisesti ja muodostavan verkkorakenteita, joissa

tiedonosat kilpailevat keskenään aktivaatiovahvuuden perusteella.

Informaationprosessointi onkin Casen teoriassa keskeisellä sijalla. Case korostaa, että älyllisessä kehityksessä eri tietämysalueilla ovat keskeisessä osassa paitsi tilanne- ja alue-spesifit kokemukset myös ns. yleinen tekijä, lyhytkestoisen muistitilan kasvu, joka liittyy lisääntyvään hakutehokkuuteen. Samaa mieltä on esimerkiksi muistitutkimuksen alueella Cowan (1995, 88-89). Tämä ikään liittyvä kapasiteettiraja on myös empiiristä tukea (ks. Miller1993, 260-261).

Lapsen kehitykseen kohdistuva aivotutkimus näyttää olevan pääpiirteittäin samoilla linjoilla kuin Casen kehitysteoria: tehokkuuden ja nopeuden kasvun syyt ovat aivojen ja hermoratojen kypsyminen sekä oppiminen. Case (1985) olettaa, että lapsen lyhytkestoisen muistin suorituskapasiteetti on sidoksissa hermosolujen myelinisaatioon, joka nopeuttaa impulssien kulkua.

Monet toiminnat ovatkin myelinisaatiosta riippuvaisia, koska koordinaatio on sidoksissa informaationsiirron nopeuteen. Myelinisaation voimakkaimmat vaiheet tapahtuvat aikaisemmin aivojen takaosissa kuin etuosissa, ja motorisia ratoja aikaisemmin sensorisissa radoissa. Nopeinta se on kahden ensimmäisen elinvuoden aikana, mutta jatkuu koko lapsuusiän. (Korkman 1995, 66-67; Koivikko 1995, 48.) Casea on arvosteltu siitä, että hän pitää myelinisaatiota kehitystä selittävänä tekijänä (Siegler 1991; Miller 1993). Kehitysmekanismin soveltamisen kannalta olisi sivuseikka, mitä ovat fysiologiset syyt. Case ei ole kuitenkaan aivan väärässä: myelinisaatio eräs mutta ei ainoa muistin kasvun 'kätketyistä' tekijöistä. Fysiologiset syyt näyttävät myös liittyvän toimeenpanon kehittymiseen Casen muistitesteissä saatujen tulosten mukaisesti (Miller 1993, 261).

Neuropsykologiassa tiedetään nykyään, että aivokuoren paksuuden, aktiviteetin ja myelinisaation muutoksissa esiintyy paikallisia vaihteluita, jotka osoittavat, etteivät kaikki aivoalueet saavuta täyttä kypsyyttä samanaikaisesti. Kehitys etenee vanhimmista aivoalueista uusimpiin, primaarisista aivoalueista heteromodaalisiin, ja taaemmista aivojen osista etuosiin. Viimeisimpänä kehittyvät otsalohkojen etuosat. (Korkman 1995, 69.)

Thatcherin (1991) mukaan suurin osa tai jopa kaikki kasvuspurtit EEG:ssä liittyvät otsalohkojen yhteyksiin kuorikerroksen alaisiin osiin sekä muihin kuorikerroksen lohkoihin. Tärkeimmät ovat etuotsalohkojen yhteydet premotorisiin ja motorisiin alueisiin, sekä otsalohkon yhteydet temporaalisiin, parietaalisiin ja okkipitaalisiin alueisiin. Thatcher vertaa eri yhteyksiä orkesterin sektioihin ja otsalohkoa orkesterinjohtajaan; kypsymisen ansiosta sektiot kykenevät vähitellen soittamaan yhdessä. (Thatcher 1991, 417.)

EEG:n relatiivisessa tehossa, koherenssissa ja vaiheisuudessa nopean kasvun vaiheita tapahtuu ikävuosina 0-5, 7-9, 11-13, 14-16 sekä 18-20. Kasvu ilmenee eri alueilla. Otsalohkojen suuremmat nopean kehityksen vaiheet sijoittuvat 2 vuoden ikään sekä 16-19 vuoden ikään. Pienempi harppaus tapahtuu 7-9 vuoden iässä. Otsalohkot aktivoituvat vain ei-automaattisissa ja suhteellisen tärkeissä toiminnoissa, tai tehtävissä, jotka vaativat toimintaan puuttumista koordinaation ja suunnittelun keinoin. Toimeenpanofunktio on synteesi paikallisten systeemien vuorovaikutuksesta, jotka vastaavat monimutkaisten motoristen jaksojen valinnasta ja lähettämisestä. (Thatcher 1991, 403, 415-416.)

Myös Passlerin et al. (1985) 6-12-vuotiaita lapsia käsittävä tutkimus sekä Welshin et al. (1991) vastaava testi 3-12-vuotiaille osoittivat, että tahdonalaiseen tarkkaavuuteen liittyvä aivojen etuotsalohko kehittyy monivaiheisesti. Lapsen suoriutuminen erilaisista toimeenpanofunktion tehtävistä riippui tehtävän luonteesta ja lapsen iästä. Tulokset eivät korreloineet älykkyysosamäärän kanssa. Passler et al. havaitsivat, että 6-vuotiaat suoriutuivat yhtä joustavasti kuin aikuiset, kun taas joissakin tehtävissä 12-vuotiaat eivät vielä olleet joustavia. Aikuisen taso saavutettiin kolmessa vaiheessa. (Welsh et al. 1991, 133.)

Welshin et. al mukaan tunnistaminen erottuu muista toimeenpanofunktioista sekä kehityksellisen edistymisen että faktorikuormituksen suhteen. Tunnistaminen kehittyi aikuisen tasolle jo 4-vuotiaana. Visuaalinen haku ja yksinkertainen suunnittelu (3-kiekkoinen Hanoin torni) kehittyivät aikuisen tasolle 6-vuotiaana. Hypoteesin testaaminen ja impulssikontrolli, jotka edellyttävät oleellisen erottamista suuresta määrästä irrelevanttia ainesta, kehittyivät 10-vuotiaana aikuisen tasolle. Motorinen jaksotus, kielellinen sujuvuus ja monimutkaisempi suunnittelu jatkoivat kehitystä aina 12. ikävuoteen saakka, jolloin ne eivät vielä saavuttaneet aikuisen tasoa.

Suunnittelu edustaa monimutkaisinta sisäistä representaatiota, sillä se edellyttää välitavoitteiden ja päätavoitteen yhtäaikaista represenaatiota ja siirtojen sarjallista representaatiota. (Welsh et al. 1991, 143-145.)

McKayn et al. (1994) tutkimuksessa testattiin 7-11-vuotiaiden ja aikuisten tarkkaavuutta. Tarkkaavuuden ylläpito, jokaa liittyy suuntautumisyksikköön, kehittyi 11 vuoden iästä aikuisikään. Valikoiva tarkkaavuus, joka liittyy sensorisen syötteen yksikköön, saavutti aikuisen tason 7-vuotiaana. Organisaatio kehittyi suuresti ikävuosien 7-9 välillä ja lähestyi aikuisen tasoa 9-vuotiaana. (McKay et al. 1994, 122-131.)

Toimeenpanon ja tarkkaavuuden kehitys liittyy siis aivojen funktionaaliseen kehitykseen. Casen kuvaama hierarkkinen integraatio heijastaa paitsi kontrolli-rakenteiden integroitumista ja eriytymista myös aivojen sisäistä liikenteen integraatiota. Tästä syystä pidän perusteltuna käyttää Casen muodostamaa hierarkkista mekanismia myös musiikillista kehitystä kuvaavana yleisenä mekanismina - musiikillisten sisältöjen ollessa spesifejä.

Haastetta Casen teorialle asettavat myös erikoislahjakkuudet. Jos on olemassa jokin ikään liittyvä yläraja lapsen ajattelun tasolle, kuinka lapsi voi edetä pidemmälle jollakin erityisalueella?

Porath (1992) tutki kolmenlaisia ryhmiä: niitä jotka menestyivät kielellisissä mutta eivät ei-kielellisissä testeissä; niitä jotka menestyivät ei-kielellisissä mutta eivät kielellisissä testeissä, sekä sellaisia, jotka menestyivät molemmissa. Yleis-lahjakkuudet olivat ylivertaisia oppimisessa ja lyhytkestoisen muistin testeissä, eivät kehityksessä. Erikoislahjakkuudet suoriutuivat ylivertaisesti saman älykkyysosamäärän omaaviin muihin lapsiin nähden vain omalla alueellaan, mutta eivät peruskapasiteettia mittaavissa testeissä eivätkä käsitteellisissä testeissä. He omistavat aikansa lahjakkuusalueelleen, ja hankkivat täten enemmän kokemusta kuin muut. 'Ihmelasten' käsitteellinen kehitys on edellä heidän omalla lahjakkuusalueellaan, mutta ei useimmiten enempää kuin yhden osavaiheen. He osoittavat kuitenkin epätavallisen korkean tason suoritusta testeissä, joissa ei mitata käsitteitä, vaan jotka koskettavat heidän erityislahjakkuuttaan suoremmin ja spesifimmin. (Porath 1992, 304-317.)

Porath ehdottaa, että hyvin suurella osalla lapsia on yleinen kehitystaso, jolla he toimivat eri käsitteellisillä alueilla, poikkeuksien ollessa korkeintaan yhden osavaiheen edellä. 'Vähemmän käsitteellisillä' alueilla, joilla kehitystä eivät niinkään rajoita keskustekijät kuten lyhytkestoinen muisti, modulaarisuus on ilmeisempää. Esimerkiksi Paul Kleen 6-vuotiaana tekemät maalaukset osoittivat erityis- lahjakkuutta, mutta yleinen tilan organisaatio, kuvio-tausta - eriytyminen, oli vain yhden osavaiheen edellä kronologisesta iästä. (Porath 1992, 315-316.)

Mozartin 5-vuotiaana tekemät sävellykset eivät niin ikään olleet kovin pitkiä (temporaalinen hierarkia) eivätkä tonaalisen ja temaattisen aineksen suhteen kovin monimutkaisia. Yksinkertainen musiikillinen jakso voi olla musiikillisesti korkeatasoinen. Ne tasot jotka ovat läsnä hallitaan vivahteita myöten - kyetään vähäisten ja yksinkertaisten elementtien avulla saamaan aikaan musiikillisia tehoja.

Saattaa olla, että erityislahjakkuuteen liittyvä vivahteiden hallinta liittyy yksilön perittyyn sensoriseen herkkyyteen. On täysin ymmärettävää, että aistitietoa vastaanottavien solujen työskentely eroaa tehokkuudeltaan yksilöstä riippuen. Sensoriset matalan tasot prosessit eivät suoraan liity lyhytkestoiseen prosessointiin, mutta niiden vaikutus voi tästä huolimatta kumuloitua.

4. Musiikillisen tiedon käsittely ja musiikilliset mallit

Casen näkemystä soveltaen musiikillinen keskeinen käsiterakenne muodostuu assosiatiivisesta verkosta, johon kehityksen myötä muodostuvat abstraktimmat hierarkkiset suhteet. Myös musiikinteoreettisten määritelmien (Lerdahl & Jackendoff 1983; Meyer 1973) mukaan musiikillinen muoto voi sisältää assosiatiivisia[1] ja hierarkkisia suhteita. Mitä enemmän musiikille spesifiä tietoa yksilöllä on, sitä abstraktimpia malleja hän hyödyntää musiikillisten tapahtumien tulkinnassa, ennakoinnissa ja tuottamisessa. Musiikin keksiminen edellyttää paitsi havaintopohjaisia, usein implisiittisiä musiikillisia malleja myös tietoa musiikin tuottamiseen liittyvistä motorisista ja kognitiivisista menettelyistä ja strategioista. Tietämyksen abstraktisuuden aste heijastuu sekä keksimisprosessiin että sen tuotteeseen.

Konkreettisinta järjestystasoa tietämyksessä edustaa tilanne, jolloin musiikki havaitaan toisistaan erottuvien tapahtumien, spatiotemporaalisten kuvioiden[2], muodostamana virtana. Musiikillisen informaation abstraktimpi tulkinta tuottaa esimerkiksi kestojen, sointivärien, säveltasojen ja intervallien luokkia, jotka puolestaan järjestyvät hierarkkisiksi suhdejärjestelmiksi kuten sävel-asteikoiksi ja metriseksi hierarkiaksi. Tapahtumat voivat myös abstrahoitua prototyyppisten kuvioiden luokiksi[3]. (McAdams 1989, 184-191.) Musiikilliset mallit representoivat siis yhtäällä spatiotemporaalisia suhteita (esim. melodian kaarros), toisaalla tilasta riippumattomia ajallisia suhteita (esim. metrin ja

[1] Assosiaatio on yksinkertaista samankaltaisuuteen perustuvaa yhdistämistä. Yksikin yhteinen piirre riittää kahden tapahtuman assosiaatioon, joten assosiaatioon perustuen musiikillisia tapahtumia voidaan yhdistellä rajattomasti. Assosiatiivisuus mahdollistaa uusien yhteyksien synnyn, joten sillä on tärkeä merkitys luovassa prosessissa. Yksittäisen ilmiön vaikutus on kuitenkin vähäinen, ellei sillä ole suhdetta syvempiin tasoihin. Musiikkianalyyttiset teoriat esittävätkin, että yksittäisen motiivin ja sen muunnosten samankaltaisuus perustuu assosiaatioon, ei alisteiseen hierarkiaan (Meyer 1973, 93; Lerdahl & Jackendoff 1983, 17); sisäkkäisiä rakenteita ei voida samalla tavoin (additiivisesti) yhdistellä (Meyer 1973, 93).

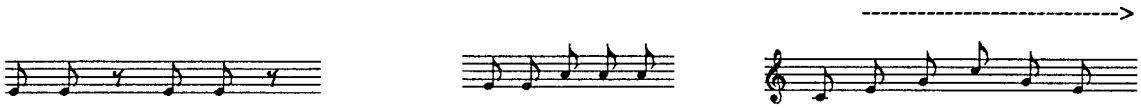
[2] Kuulonvaraiset ryhmittelyprosessit järjestävät akustista pintaa musiikillisiksi tapahtumiksi (samanaikainen ryhmittely), yhdistävät tapahtumia musiikillisiksi virroiksi (sekventiaalinen ryhmittely) sekä jakavat näitä virtoja musiikillisiksi yksiköiksi (segmentationaalinen ryhmittely) (McAdams 1989, 182). Kun on hyvin pienistä aikaintervalleista kyse, perättäiset piirteet prosessoidaan samassa holistisessa havainnossa (Hari & Loveless 1995, 183). Tämä selittyy aivojen kyvyllä käsitellä samanaikaisesti eri puolilla aivoja aktivoitunutta ainesta.

[3] Vrt. Meyerin (1973) teoria arkkityypeistä. Abstrakti melodiakuvio voi implikoida 1) asteliikettä, 2) hypyn täytöä tai jakamista kolmisointuliikkeellä, 3) symmetristä peilisuhdetta. (Meyer 1973; 133-191, 213).

tempon välinen suhde) ja ajasta riippumattomia tilasuhteita (esim. kahden yhtäaikaisen säveltason välinen intervallisuhde).

Kuvioiden tunnistaminen perustuu hahmoteorian mukaan ärsykkeen yleisen hahmon[4] havaitsemiseen kokonaisuutena, joka havaitaan aikaisemmin kuin yksittäiset piirteet (Eysenck & Keane 1990, 52-58). Musiikilliset parametrit tuottavat yhteisvaikutelman tapahtumien yleisistä piirteistä. Esimerkiksi elementtien ajallinen sekä sävelkorkeuteen ja sointiväriin liittyvä läheisyys mahdollistaa kuvion havaitsemisen jo vauvaiällä, jolloin abstraktimpaa tietämystä ei vielä ole muodostunut.

a) läheisyys b) samankaltaisuus c) hyvä jatko ja d) sulkeutuminen



KUVA 4.1. Hahmolait (Eysenck & Keane 1990, 52-58); a-b-kohdat, ks. Lerdahl & Jackendoff (1983); c-d-kohdat, ks. Meyer (1973).

Kehityksen myötä suppeiden ja laajojen spatiotemporaalisten kuvioiden havaitseminen ja tuottaminen muuttuu yhä eriytyneemmäksi ja integroituneemmaksi. Tarkkaavuutta (luku 4.1.) kyetään joustavasti vaihdellen kohdistamaan yhä useampaan hierarkkiseen tasoon (Jones 1992).

Suurin osa lapsen musiikillisista malleista kulttuurissamme on tonaalista musiikkia. Syntaktisista[5] ulottuvuuksista ensisijaisia tonaalisessa musiikissa useimmiten ovat melodia, harmonia ja rytmi, ja toissijaisia sointi, tekstuuri ja dynamiikka (Meyer 1973; Heinonen 1995). Hierarkkiset rakenteet, jotka liittyvät melodiaan, harmoniaan ja rytmiin - ovat siis lapsen kehityksessä keskeisiä.

---

[4] Marr (1976, 1982) käsittää hahmon *hahmotelmaksi*, jota vähitellen täydennetään. Hahmotelman kriteereiksi Marr ja Nishinara (1978) nimeävät 1) muodostumisen helppouden (accessibility), 2) soveltuvuuden (scope) jossakin luokassa sekä ainutlaatuisuuden (uniqueness), jonka ansiosta tietystä objektista eri näkökulmat tuottavat juuri kyseisen representaation, 3) stabiliteetin (stability), jonka mukaan objekti sisältää samankaltaisuutta muihin objekteihin nähden, ja herkkyyden (sensitivity), jonka mukaan objektilla on selvästi muista objekteista erottuvia ominaisuuksia. (Eysenck & Keane 1990, 60.)

[5] Luvussa 2.3.3.2. todettiin, ettei Piaget'n teorian avulla voida johtaa tietoa siitä, kuinka syntaktiset ulottuvuudet kehittyvät, sillä syntaktisten ulottuvuuksien välille ei voida asettaa loogiseen kompensaatioon perustuvaa suhdetta.

Tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen (luku 4.2.) oletan sisältävän kaksi pääulottuvuutta[6]: ajallisen (horisontaalisen) ja säveltasoon liittyvän (vertikaalisen) ulottuvuuden. Melodia muodostuu ajallisesti perättäisistä säveltasoista ajallisine kestoineen. Harmonia puolestaan muodostuu yhtäaikaisten säveltasojen yhdistelmistä (soinnuista), jotka niin ikään järjestyvät perättäin kestoineen. Rytmi käsittää säveltasotapahtumien kesto- ja aksenttisuhteet, eli ryhmittymisen ajallisesti erilaajuisiksi kuvioiksi ja kuvioista riippumattomiksi periodeiksi.

Keskeisiä tekijöitä eri ajallisilla tasoilla olevien musiikillisten kuvioiden taloudellisen järjestyksen kannalta tonaalisessa musiikissa ovat ajan periodisuuteen liittyvä metrinen hierarkia sekä säveltasojen stabiliteettiin liittyvä tonaliteetti. Alisteiseen järjestykseen perustuva metri ja dominanssiin perustuva tonaliteetti kehittyvät aikuisen tasolle keskilapsuudessa.

Hierarkioita voidaan olettaa kehittyvän myös soinnin ja tekstuurin alueilla. Sointiväri, joka koostuu useista dimensioista, ei muodosta samalla tavoin alisteisia hierarkioita kuten säveltasojen ja kestojen luokat. Useimmiten sointiväriluokka käsitetään prototyyppinä, joka tarjoaa vertailukohdan luokan jäsenille, mutta ei kiinteää intervallista systeemiä (tällainen systeemi on kuitenkin laskennallisesti laadittavissa). (Lerdahl 1987, 143-149). Sointivärin ja tekstuurin hierarkioiden kehityspsykologinen tutkimus on tiettävästi vähäistä[7]. Myös tästä syystä ne rajautuvat tutkimukseni ulkopuolelle.

Musiikin keksiminen (luku 4.3.), joka voi olla reaaliaikaista improvisaatiota tai työstävää säveltämistä, rakentuu toimintana hierarkkisesti. Keksijän täytyy hallita sekä kokonaisuutta samalla kun ratkoo kokonaisuuden kannalta tärkeitä alaongelmia. Tarkkaavuus keksimisessä suuntautuu välistä kokonaisuuteen, välistä suppeampiin musiikillisiin elementteihin. Järvinen (1997) esittääkin, että keksimisessä voidaan erottaa toisaalta tekijät, joita keksijä hyödyntää koherenssin ylläpitämiseksi, toisaalta erottuvuutensa takia merkittävät,

---

6 Vastaavat ulottuvuudet Casen ryhmä (1992) löysi myös visuo-spatiaaliselta ja spatiomotoriselta alueelta.

7 Eräs harvoista on Serafinen (1988) tutkimus, jossa muiden musiikin osa-alueiden ohella tutkittiin lapsen kykyä syntesoida ja abstrahoida tekstuuria ja sointiväriä. Kyseisiin alueisiin kohdistuvia tehtäviä oli kuitenkin niukasti, eivätkä ne antaneet näiden alueiden hierarkkisesta kehityksestä kokonaista kuvaa.

kiinnostusta ylläpitävät tekijät, jotka tullakseen ymmärretyiksi edellyttävät koherenttia perustaa. Keskeinen käsiterakenne onkin nimenomaan koherenssia ylläpitävä musiikin perusrakenne.

4.1. Tarkkaavuus ja lyhytkestoinen muisti

Musiikillisesti kokematonkin yksilö kykenee havaitsemaan kuvioita. Hän ei kuitenkaan pysty muistamaan pitempiä ajallisia kokonaisuuksia eriytyneesti, mikä heijastuu esimerkiksi laulamisessa säveltason ja kestojen epätarkkuuksina. Kokematon keksijä saattaa tuottaa säveltasokuvioita, jotka ovat kuitenkin rytmisesti köyhiä, tai hioa yksityiskohtia kokonaismuodon kustannuksella. Selitys liittyy lyhytkestoisen muistiin ja tarkkaavuuteen. Hierarkkinen kehitysmekanismi mahdollistaa tarkkaavuuden kohdistumisen yhä monimutkaisempiin suhteisiin. Casen ajatusta paikallisempien ja globaalimpien kontrollirakenteiden koordinoitumisesta voidaan soveltaa musiikillisen tiedon alueelle. Musiikillisen tiedon käsittely on sekä syvä- että pintasuuntaista: yksilö voi kohdistaa tarkkaavuden musiikillisten kuvioiden (esim. fraasien) välisiin suhteisiin, sekä kuvioiden sisäisiin suhteisiin.

Musiikkianalyyttiset teoriat esittävätkin musiikilliselle syntaksille olevan ominaista, että tapahtuma vaikuttaa paitsi omalla hierarkkisella tasollaan myös ylemmillä, ajallisesti laajemmilla tasoilla (Meyer 1973; Lerdahl & Jackendoff 1983). Myös Jonesin (1992) mukaan kuulijalla on käytössään aina jokin ankkuroiva referenttinä toimiva periodi, johon suhteessa lyhyempien jaksojen tarkkaaminen on analyyttistä ja pidempien tulevaisuuteen orientoitunutta eli globaalia. Metrin ja kuvioiden suhteet, jotka ovat upoksissa eri ajallisiin tasoihin, kontrolloivat kuulijan tarkkaavuutta. Kuulija käyttää säveltaso/aika-suhteita antisipoidakseen sävelten 'paikat' ja ajankohdan. Jones ja Boltz (1989)[8] osoittivat, että aikuinen kuulija kykenee vaihtamaan tarkkaavuuden kohdetta paikallisesta tasosta globaaliin. (Jones 1992; 94-108.)

[8] Kuulijoiden piti ennustaa neljästä fraasista koostuvan kansanlaulun viimeisen toonikan paikka painamalla nappia. Liian lyhyt kolmas fraasi aiheutti aikaisen toonikan odotuksen, liian pitkä puolestaan myöhäisen toonikan odotuksen. (Jones 1992, 105-108.)

4.2. Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne

Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne sisältää kaksi pääulottuvuutta, ajallisen ja säveltasoon liittyvän ulottuvuuden, joihin liittyvät keskeiset hierarkkiset järjestelmät ovat metri ja tonaliteetti. Aika-säveltaso -yhdistelmiin liittyvät primaarit syntaktiset ulottuvuudet ovat rytmi, melodia ja harmonia.

4.2.1. Ajallinen ulottuvuus

Musiikilla on sekä jatkuva että jaksottuva luonne. Rytmillä tarkoitetaan ajallisiin jaksoihin liittyviä kesto- ja aksenttisuhteita. Kestot (duraatiot) voivat olla saman- tai erimittaisia ja aksentit ilmaantua säännöllisesti tai epäsäännöllisesti. Tasavälein periodisesti ilmaantuvat keston[9] yksiköt muodostavat pulssin. Nopeus (tempo) muodostuu syketiheydestä. Metri puolestaan käsittää pulssiin liittyvän abstraktin aksenttihierarkian, jossa toiset iskut ovat voimakkaampia, toiset heikompia. (Dowling & Harwood 1986, 185.) Kuviot erilaisine kesto- ja aksenttisuhteineen ovat avoimia erilaisille metrisille tulkinnoille (Sloboda 1985), joten kuulijan on johdettava metrinen, periodinen rakenne kulloisestakin musiikillisesta kontekstista.

Musiikkianalyyttisissä teorioissa (Meyer 1973; Lerdahl & Jackendoff 1983) esitetään musiikillisten kuvioiden, kuten motiivien, teemojen, fraasien jne. muodostamien ryhmien järjestyvän hierarkkisesti (esimerkiksi motiivit ovat osa motiiviryhmää). Näissä ryhmissä pätee toisaalta myös metrinen hierarkia. Myös kehityspsykologisesti keskeisimmät musiikillisten tapahtumien ajallisen representaation muodot ovat ryhmittelyyn sekä metriin perustuva representaatio. Jo vauvat havaitsevat muutoksia rytmikuvioissa ja sykkeessä (Dowling & Harwood 1986), mutta kuvioiden ja metrin hierarkkiset suhteet kehittyvät vasta keskilapsuudessa (Bamberger 1991; Upitis 1987). Ryhmittelyyn perustuvassa esityksessä lapsen tarkkaavuus suuntautuu fraasirakenteeseen, erityisesti muutoksiin iskutiheydessä sekä motiiviseen toistoon; metrisessä esityksessä tarkkaavuus kohdistuu kestojen ja pulssin suhteisiin, ei fraasirakenteeseen (Bamberger 1991, 25-44).

[9] keston yksiköt järjestyvät toisiinsa nähden matemaattisesti muodostaen kestojen luokkia, jotka ovat riippumattomia temposta. Subjektiivinen tapahtumakulun kokeminen ja objektiivisesti mitattavissa oleva aika voidaan lisäksi erottaa toisistaan: musiikkia kuunneltaessa ajan koetaan kuluvan välillä nopeammin, välillä hitaammin (Dowling & Harwood 1986, 182-184).

Lerdahlin ja Jackendoffin (1983) teoriassa metri ja ryhmittely muodostavat kaksi erillistä[10] hierarkiaa. He olettavat kuulijan johtavan metrin musiikin pinnalla tapahtuvista keston, säveltason ja intensiteetin muutoksista (fenomenaalisista aksenteista) sekä tonaalisesti merkittävistä tapahtumista (strukturaalisista aksenteista). Metriä ei kyetä yksiselitteisesti johtamaan selvästi erottuviin tapahtumiin (fenomenaaliset aksentit) liittyvien havaintopohjaisten piirteiden avulla, koska nämä ovat suhteellisen epäsäännöllisiä, vaan kuulija hyödyntää abstraktiin tietämykseen perustuvaa oletusta metrisestä rakenteesta. (Lerdahl ja Jackendoff 1983, 17-18).

Lerdahlin & Jackendoffin (1983) mukaan metri mittaa musiikin samanpituisiin aikaväleihin. Aikaväleillä on kesto, iskuilla itsellään ei. Metrisessä hierarkiassa korkeamman tason iskujen välinen aikaväli on kaksi tai kolme kertaa pidempi kuin sitä seuraavalla alemmalla tasolla ('vahva isku' on isku myös seuraavalla tasolla). Metrisiä tasoja on kappaleessa tyypillisesti 5-6, joista nuotinnettu taso edustaa välitasoa. (Lerdahl & Jackendoff 1983, 19-20.)

Lerdahl & Jackendoff olettavat kuulijan tarkkaavuuden kohdistuvan 1-2 välitasoon ja metrisen hahmottamisen heikkenevän siirryttäessä matalammille tai korkeammille tasoille. Koska korkeilla tasoilla ryhmittelyrakenne on harvoin säännöllinen, he olettavat metrin tajun heikkenevän ja kuulijan hahmottavan ryhmittelyrakenteen, temaattisen samankaltaisuuden, kadenssirakenteen ja harmonisen prolongaation. (Lerdahl & Jackendoff 1983, 21.)

Empiiriset testit ovat osoittaneet, että ryhmittely on metristä riippumaton. Ryhmittelyyn osallistuvat useat parametrit. Esimerkiksi Clarken & Krumhanslin (1990) testeissä kuulijat kokivat ryhmien välillä rajan, kun kyseessä oli: 1) hiljaisuus (pitkä tauko), 2) muutos musiikillisessa parametrissä (dynamiikka, rekisteri, tekstuuri ja rytmi), 3) muutos säveltasojen järjestyksessä, sisällössä tai kaarroksessa, 4) toisto. Periaatteet pätivät sekä lyhyillä että pitkillä aikaväleillä. Krumhanslin & Jusczykin (1990) testissä jo vauvat jaksottivat kyseisten periaatteiden mukaan. (Krumhansl 1990, 156-160). Kyseiset periaatteet sisältyvät Lerdahlin & Jackendoffin oletuksiin ryhmittelystä.

[10] Meyerin (1973) näkemyksen mukaan sama aksenttirakenne määrittää sekä ryhmittelyä että metriä.

Palmer & Krumhansl (1990) testasivat myös, kuinka aikuiset kuulijat johtavat metrin havainnossaan. Länsimaisten klassisten sävellysten tilastollinen analyysi osoitti, että todennäköisimmin tapahtumat sijoittuivat ajallisesti 'vahvoille' iskuille.

Kuulijat kykenivätkin hyödyntämään tapahtumafrekvenssiä havaintovihjeenä metrisen rakenteen olettamiseksi ja johtamaan neljä eri metrisen hierarkian tasoa. (Palmer & Krumhansl 1990, 739.) Järvinen (1997) puolestaan havaitsi analysoidessaan bebop-tyylisiä jazzimprovisaatioita, että metrillä oli merkittävä rooli improvisaatiossa. Tonaalisesti keskeisiä säveliä korostettiin metrisen aseman avulla. Muusikoilla oli käytössään useita metrin hierarkkisia tasoja. (Järvinen 1997, 94-96.)

4.2.2. Säveltasoulottuvuus

Yksittäisellä säveltasolla on kaksi ulottuvuutta: frekvenssiin liittyvä sävelkorkeus ja oktaaviekvivalenssiin perustuva sävelluokka. (Deutsch 1982, 272; Dowling & Harwood 1986, 107-108). Sävelkorkeuden arviointikyky kehittyy ennen abstraktimpia sävelluokkia (Krumhansl 1990, 24), jotka muodostavat edelleen sävelasteikon.

Kun kaksi säveltä esitetään samanaikaisesti tai peräkkäin, koetaan havainnossa intervalli. Intervallit koetaan samansuuruisiksi[11], jos niiden perusfrekvenssien arvot ovat samat. Myös sointuja luokitellaan frekvenssiarvojen mukaisesti. Sointu on intervallia monimutkaisempi, sillä suhteet soinnun sisällä on huomioitava. (Deutsch 1982, 273.) Deutsch olettaa, että perättäisten intervallien suhteet syntyvät spesifien säveltasojen suhteena, mutta intervalliluokka kuulijan käyttäessä sävelluokkaa transponoidakseen kunkin sävelen sopivaan oktaaviin. (Deutsch 1982, 278.)

Säveltasot muodostavat länsimaisessa musiikissa abstraktin järjestelmän, jota kutsutaan tonaliteetiksi. Yksittäiset säveltasot tulkitaan suhteessa toisiin säveltasoihin. Tonaliteetin ymmärtäminen merkitsee kykyä havaita vallitseva

[11] Plomp, Wagenaar & Mimpen (1973) sekä Deutsch & Roll (1974) havaitsivat koehenkilöiden usein sekoittavan käänteiset intervallit. (Deutsch 1982, 273.)

sävellaji ja sen sisällä harmoninen taso. Suurin osa ihmisistä kykenee kuulemaan tonaalisen musiikin järjestyneenä tonaalisen keskussävelen ympärille. (Butler & Brown 1994; 194-198.)

Länsimaisessa musiikissa keskussävelenä toimii toonika. Se toimii referenssisävelenä säveltasosarjassa. Toonikan havaitsemista helpottaa sen sijainti fraasissa, rytminen korostaminen sekä kadenssit. Toonika on myös muita säveliä stabiilimpi eli rakenteellisesti merkittävämpi. Sävelet järjestyvätkin stabiliteettinsa[12] perusteella abstraktiksi hierarkiaksi, joka korreloi sävelten kokonaiskeston suhteen lasketun tilastollisen hajonnan kanssa. Stabiliteetin on osoitettu riippuvan diatonisen asteikon jäsenyydestä, toonikakolmisointuun kuulumisesta sekä moodista (duuri/molli) (Krumhansl & Kessler 1982; Krumhansl, & Shepard 1979). Kukin sävellaji muodostaa ainutlaatuisen hierarkian, joka on transponoitaessa identtinen. (Krumhansl & Castellano 1983, 326; Krumhansl 1990, 66-76.)

Tonaliteetin muodostuminen vaatii tietoa stabiliteettifunktioista kulloisessakin kontekstissa sekä kontekstista riippumatonta tietoa intervallisuhteista (Brown, Butler & Jones 1994, 404). Butler & Brown (1994, 200) esittävät, että myös harvinaiset intervallit[13] toimivat havaintokoodina sävellajin määrityksessä.

Tonaalisuuden havaitseminen tapahtuu dynaamisesti ajassa. Voidaan erottaa globaali, vallitseva tonaliteetti ja paikallisemmat tonaliteetit; sävelten todennäköisyydet ovat erilaiset tarkasteltaessa suppeampia ja laajempia ajallisia tasoja Esimerkiksi improvisoitaessa melodiaa sointupohjan ylle, voi melodia olla tonaalisesti yhdenmukainen paikallisen soinnun tonaliteetin tai globaalin

---

12 Sävelen *relatiivinen* stabiilisuus riippuu sen paikasta melodian kaarroksessa, sävelkorkeudesta, sointiväristä, dynamiikasta sekä metrisestä ja rytmisestä korostamisesta kulloisessakin kontekstissa (Krumhansl 1990).

13 Brownin (1988) testissä I ja V aste esitettiin kaksiäänisessä melodia-arpeggiossa toonikaurkupisteen yllä. Tällöin 86% koehenkilöistä tunnisti sävellajin oikein, ja 14% määritti sävellajin melodiassa eniten esiintyneen sävelen perusteella. Kun melodian muodostivat I ja VII aste, toonikan tunnisti 95%. Kun harvinaiset intervallit eivät implikoineet selvästi mitään sävellajia, 45% valitsi toonikan, mutta loput arviot hajautuivat seitsemälle muulle sävelelle. (ibid, 203.) Butler, Brown & Jones esittivät lisäksi kaksi sarjaa (C-E-C-G ja C-G-E-C), joihin piti valita sopivin loppusävel. Ensimmäinen sarja tulkittiin toonikaksi ja valittiin useimmiten C; toinen tulkittiin dominantiksi ja valittiin F. (Brown & Butler 1994, 204.) Molli on monimutkaisempi intervallisuhteiltaan, koska se sisältää kaksi tritonusta. Molli sisältää täten kaksi referenssiä. (Krumhansl 1990, 204.)

tonaliteetin kanssa. Sävelet eivät voi esiintyä missä tahansa järjestyksessä: hierarkiassa tärkeitä säveliä esiintyy usein metrisen hierarkian korkeilla tasoilla ja jaksojen lopuissa. (Järvinen 1997, 94-96.)

Implisiittiset harmoniset suhteet voidaan abstrahoida melodiasta (Butler & Brown 1994, 200-201). Harmoniaa voidaan tarkastella sekä perättäisten että yhtäaikaisten sävelkuvioiden suhteen. Tarkkaavuuden kannalta on haaste huomioida paitsi globaalin ja paikallisen tonaliteetin erisuuntaiset vaikutukset myös melodian ja harmonian erisuuntaiset vaikutukset.

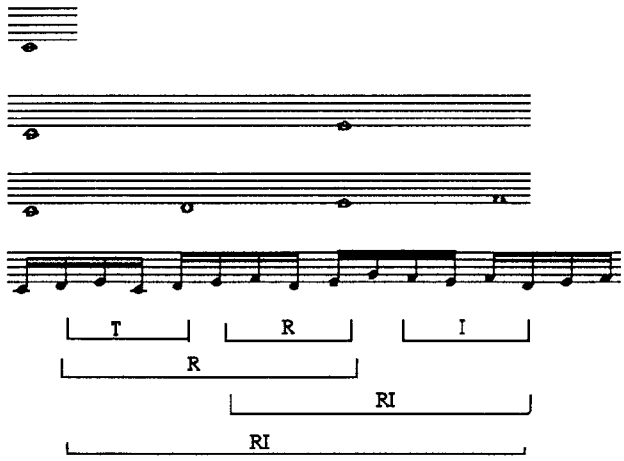
Melodia

Melodia on ulottuvuus, johon osallistuvat sekä säveltason että ajan parametrit. Dowlingin mukaan melodinen samankaltaisuus havaitaan melodian kaarroksen perusteella sekä tunnistamalla, missä kaarros sijaitsee tonaalisella asteikolla. Kaarros sinänsä ei edellytä tietoa sävelluokista eikä tonaliteetista. Sillä on suuri merkitys melodian tunnistamisessa, kun tonaalinen konteksti on heikko tai moniselitteinen. (Dowling 1982, 423-427.) Changin & Trehubin (1977) mukaan jo 5 kk ikäiset vauvat erottavat musiikillisia jaksoja kaarroksen perusteella (Dowling 1982, 415). Kaarroksen havaitseminen lienee mahdollista usean parametrin yhteisvaikutuksen ansiosta (sävelkorkeus, sävelten ajalliseen järjestys, tempo, sointi jne). Tarkat intervallisuhteet sen sijaan havaitaan parhaiten tutuissa melodioissa (Dowling 1982, 423-427).

Temaattisista transformaatioista transpositiolla lienee eniten potentiaalia vaikuttaa havainnon tasolla, koska se säilyttää psykologisesti tärkeän ja kehityksellisesti varhaisen kaarroksen. Melodiset rapuliikkeet ja sointuinversiot ovat hankalia tunnistaa kuulonvaraisesti[14]. (Deutsch 1982, 283-285.) Transformaatioiden käsittely helpottuu, kun yksilöllä korkeamman tason hierarkkista tietoa asteikosta, tonaliteetista ja metristä. Raution (1991) mukaan melodinen skeema voidaan määrittää yhtäältä runkosävelkuluksi, joka

[14] Kun on kyse yksinkertaisista atonaalisista jaksoista, joissa sävelet esitetään musiikillisesti neutraaliin tapaan, kuulijat tunnistavat joitakin alkuperäisen jakson invariantteja piirteitä myös peilikuvista, erityisesti inversiosta ja ravusta (mm. Krumhansl, Sandell & Sergeant 1987). Peilikuvien tunnistaminen vaikeutuu, kun rytmikuvioita ja oktaavivaihdoksia yms. lisätään. Tutuista kaksisävelisistä yhdistelmistä radikaalitkin transformaatiot on mahdollista havaita. (Krumhansl 1990, 162-163.)

pohjautuu asteikkoon ja tonaalisen hierarkiaan, ja siihen sopiviksi melodisiksi ja/tai rytmisiksi operaatioiksi[15] eli transformaatioiksi (Rautio 1991, 134). Runkosävelet ovat kuvion metriin perustuvan aikavälireduktion tulos. Operaatiot puolestaan edellyttävät kykyä käsittää melodiakuvion koostuvan sävelistä ja/tai intervalleista, joiden ajallista järjestystä sekä sijaintia tai suuntaa asteikolla voidaan muuttaa.



KUVA 4.3. Melodinen skeema. T= transpositio, R= rapu, RI=ravun inversio. (Rautio 1991, 134.)

Myös prototyyppisten kuvioiden luokilla on havaittu olevan vaikutusta melodian havaitsemisessa. Rosner & Meyer (1982) saivat näyttöä Meyerin melodisten gap fill- ja vaihtosävelkuvioiden[16] havaitsemisesta, erityisesti silloin, kun ne esiintyivät hierarkkisesti matalalla tasolla (Rosner & Meyer 1982, 322-338).

Harmonia

Erillinen sointu herättää vahvimmin sen sävellajin tunnun, jossa se toimii toonikana. Tonaalinen rakenne määrittyy vallitsevan sävellajin välityksellä; harmoniset suhteet määrittyvät sävellajietäisyyden mukaisesti (Krumhansl & Castellano 1983, 326-331). Sävellajien väliset suhteet ovat hierarkkiset. Kvinttiympyrällä lähekkäin olevat sävellajit esiintyvät todennäköisimmin samassa kappaleessa (Bharucha 1994, 229). Esimerkiksi C-duurisointu on

[15] Reduktiot perustuvat siihen, että alemmalla tasolla useimmin esittyneet sävelet esittyvät myös ylemmällä tasolla. (Deutsch 1982, 290.)

[16] Arkkityyppiset melodiset prosessit perustuvat hahmolakien yhdistelmille ja tyylillisille erityispiirteille kuten asteikkorakenteelle ja tiettyjen intervallien käytölle. (ks. Meyer 1973.)

stabiilein vallitsevan sävellajin ollessa C-duuri, koska se sisältää stabiileimmat sävelluokat I, III ja V. Kyseinen sointu on stabiili myös kvinttiä alemmassa F-duurisävellajissa, koska soinnun sävel C on stabiili (V) ja loput kaksi säveltä suhteellisen stabiileja (diatonisia).

Sointujaksoissa[17] informaatio integroituu vähitellen useiden sointujen suhteen. Relatiivinen stabiliteetti kontekstisävellajissa vaikuttaa kahden soinnun väliseen preferoituun ajalliseen järjestykseen. Tonaalisessa hierarkiassa korkealla oleville sävelille päättyviä jaksoja preferoidaan. (Krumhansl 1990, 123-127.) Järvisen (1997) analyysi sointupohjan ylle improvisoiduista jazzsooloista osoitti, että muusikot korostivat välillä globaalia tonaliteettia, välillä puolestaan paikallisten sointujen tonaliteetteja. Paikallisten sointujen vaikutus oli suuri kunkin osan alussa sekä sellaisissa harmonisissa jaksoissa, joissa ei ollut selvää tonaalista keskusta. (Järvinen 1997, 94-96.)

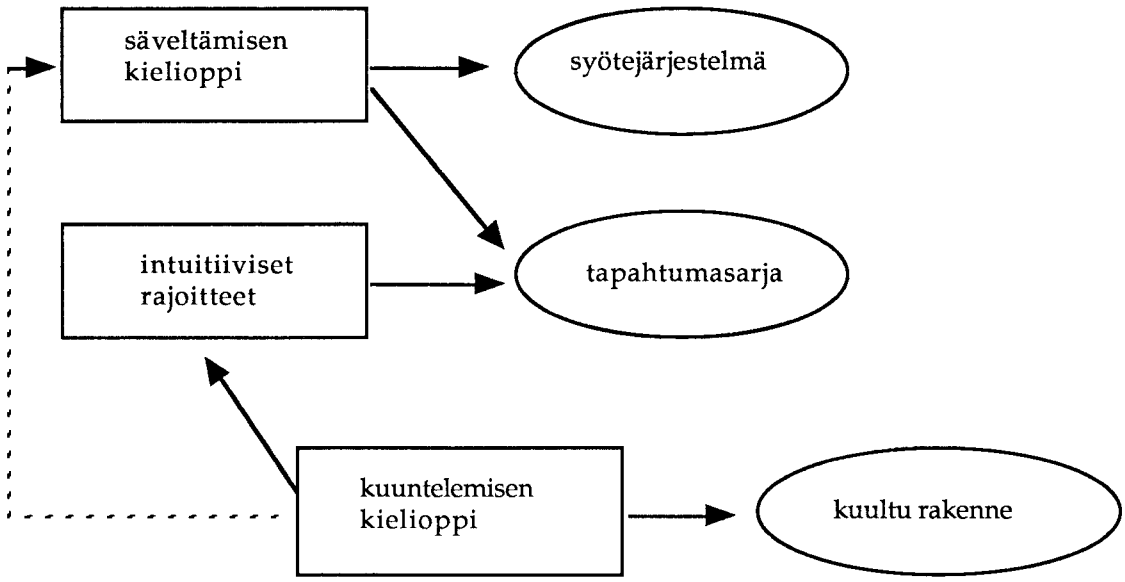
Yksilöiden on havaittu kykenevän hyödyntämään melodian implikoimaa harmoniaa. (Butler & Brown 1994, 200-201). Harmonian implisiittinen havaitseminen hyödyntää koodeja melodian sävelluokista, erityisesti I, IV ja V asteen sointujäsenyyden suhteen. Suurin osa melodioista sisältää kuitenkin sävelluokkia, jotka eivät kuulu melodiaa soinnuttavaan kolmisointupohjaan. Sointuvaihdokset tapahtuvat suurimmalla todennäköisyydellä vahvoilla metrisillä iskuilla ja pitkäkestoisten sävelten jälkeen. (Platt & Racine 1994, 245.)

Platt & Racine (1994) testasivat, millä perusteella kuulijat valitsevat täydentävän soinnun. Muusikoiden arviot perustuivat sävelen ja sitä edeltävän kolmisoinnun väliselle suhteelle; kouluttamattomien arviot perustuivat sävelen ja sitä edeltävän sävelen väliselle melodiaintervallille. Cuddyn & Badertscherin (1987) mukaan kokeneet kuulijat kykenevät ekstrapoloimaan samanaikaisten ja perättäisten sävelten tonaalisten implikaatioiden välillä. (Platt & Racine 1994, 263-264.)

[17] Krumhansl & Castellano (1983) testasivat ajallisen järjestyksen ja sävellajin suhdetta soittamalla kuulijoille kaksi sointusarjaa, jotka kummatkin koostuivat kahdeksasta perättäisestä soinnusta. Toinen sarja sisälsi yhden ensimmäisestä poikkeavan soinnun, joka kuulijoiden piti paikallistaa. Sarjat olivat joko diatonisia tai niihin sisältyi yksi ei-diatoninen sointu, joka ei koskaan ollut muuntamisen kohteena. Ei-diatonisen soinnun olemassaolo heikensi muutoksen paikallistamista erityisesti, jos kyse oli kaukaisesta soinnusta. (Krumhansl & Castellano 1983, 328-331.)

4.3. Musiikin keksiminen

Musiikin keksimistä on perinteisesti kutsuttu säveltämiseksi tai improvisaatioksi riippuen, työstääkö keksijä tuotostaan useassa vaiheessa vai tuottaako hän musiikkia motoristen taitojensa varassa reaaliajassa. Niin säveltäminen kuin improvisaatiokin etenevät sisäisten mallien varassa.



KUVA 4.3. Lerdahlin (1988) sävellysmalli. Säveltämisen kielioppi tuottaa syötejärjestelmän ja tapahtumasarjan, jonka kuulija kuulee intuitiivisten rajoitteiden puitteissa. Tästä syntyy kuultu rakenne. Kuuntelemisen kielioppi voi olla säveltämisen kieliopin perusta. (Lerdahl 1988, 234-235.)

Lerdahl (1988) erottaa luonnollisen ja keinotekoisen[1] säveltämisen kieliopin. Luonnollinen kielioppi edellyttää tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen representaatiota, sillä se hyödyntää hyödyntää kuuntelemisessa[2] syntynyttä tietoa musiikissa esiintyneistä säännönmukaisuuksista. (Lerdahl 1988, 234-235.)

[1] Keinotekoinen sävellyskielioppi ei ole sidottu kuulohavainnon rajoituksiin ja kuuntelemisessa syntyneeseen muistiedustukseen. Sen lähde voi olla numeerinen, metafyysinen, historiallinen jne. Tällöin struktuuri ei välttämättä muodosta kuulonvaraisesti havaittavia muotoja, eikä ole niiden kanssa yhteismitallinen. (Lerdahl 1988, 234-236.) Keinotekoinen kielioppi voidaan luoda esim. kehittämällä sääntöpohjainen laskennallinen järjestelmä. Tällöin säveltäjä pyrkii välttämään kestomuistissa olevien prototyyppisten muistojen hyödyntämistä. (Laske 1991, 182.) Tällainen musiikki harvoin perustuu tonaalisen musiikin rakenteille, vaikka musiikki pinnallisesti sisältäisikin tonaalisia elementtejä.

[2] Kuulija päättelee intuitiivisesti musiikilliselta pinnalta neljä eri hierarkkisen rakenteen tyyppiä: ryhmittelyrakenteen, metrisen rakenteen, aikavälireduktion ja prolongaatioon perustuvan reduktion. Kuulija tukeutuu lujimpaan yleiskuvaukseen preferenssiperiaatteiden avulla, jotka toimivat vuorovaikutuksessa musiikillisen pinnan kanssa ja aktivoivat sitä. (Lerdahl & Jackendoff 1983; Lerdahl 1988, 234-238.)

Luonnollisiin kielioppeihin perustuva säveltäminen saattaa hyödyntää Heinosen (1992) mukaan holistista strategiaa[3], jolloin säveltäjä tajuaa teoksen jo suhteellisen varhaisessa vaiheessa kokonaisuudeksi, ja täydentää kokonaisuutta yksityiskohtien tasolla. Säveltäjä voi lähteä hahmottamaan tapahtumaa myös alemmalta hierarkian tasolta. Tällöin työskentely on lineaarista, niin että aikaisemmat tapahtumat implikoivat myöhempiä. Hahmottaminen voi tapahtua myös rakenteen yleisten periaatteiden pohjalta, niin että myöhemmät tapahtumat implikoivat aikaisempia. (Heinonen 1992, 240-242.)

Säveltäminen saattaa sisältää improvisaatiovaiheita. Myös improvisoijan sisäinen malli voi Clarken (1988) mukaan sisältää tietoa globaalista muodosta ja/tai paikallisista tapahtumista kuten kuvioista ja motiivisesta kehittelystä. Globaali malli voi olla hierarkkinen tai kokoelma. Hierarkkisessa rakenteessa rakenne työstetään osin etukäteen, osin improvisaation aikana. Kokoelma on joukko tapahtumia, joiden välistä järjestystä muutetaan improvisaatiokerrasta toiseen. Globaalin mallin puuttuessa tapahtumat liittyvät toisiinsa assosiatiiviseksi ketjuksi, jolloin uusi tapahtuma johdetaan yhdestä tai useammasta edellisestä tapahtumasta. Todellisessa esityksessä kaikki järjestysperiaatteet ovat käytössä. (Clarke 1988, 8-9.)

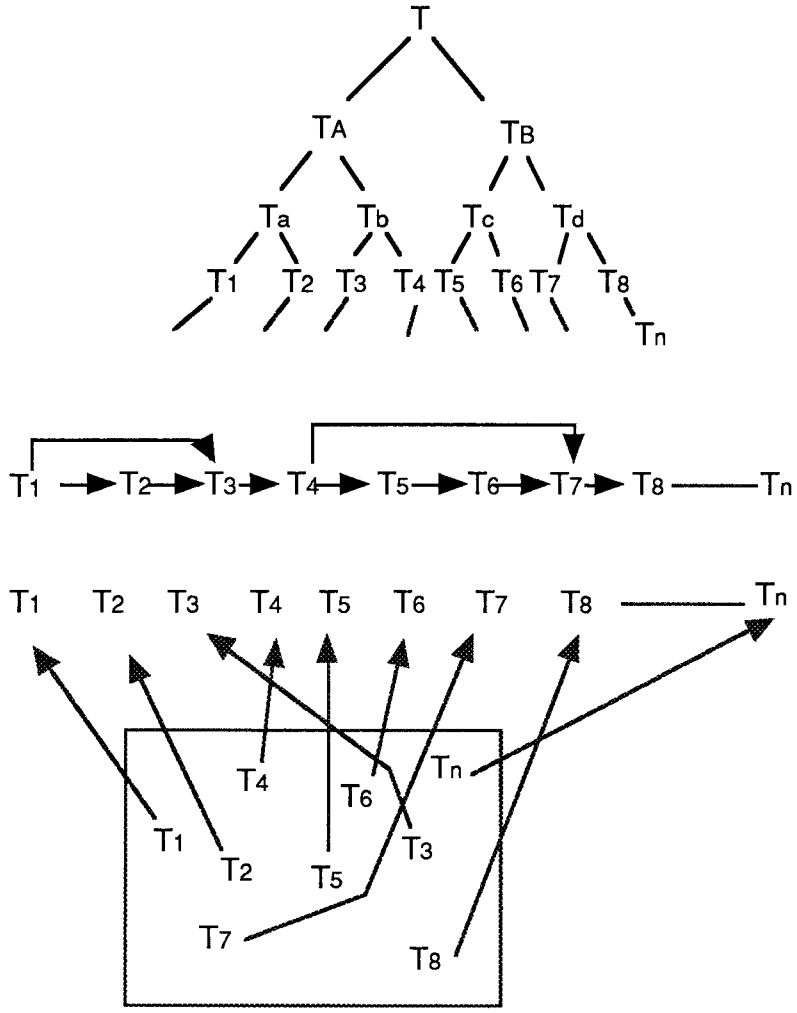
Improvisaatio vaatii automatisoituneita motorisia[4] skeemoja, sillä tuottaminen tapahtuu reaaliajassa. Tuottaminen on aluksi kirjaimellisesti sidoksissa alkuperäisiin musiikillisiin malleihin että eleisiin. Tämän vuoksi yksittäisiä tapahtumia on vaikea saada mukautumaan alkuperäisistä poikkeaviin konteksteihin. Seuraavassa kehitysvaiheessa eleet hajotetaan osatekijöihinsä.

---

[3] Keinotekoinen kielioppi sen sijaan saattaa hyödyntää *atomistista strategiaa.* Tällöin säveltäjä muodostaa ensin pienimmistä jakamattomista peruselementeistä solut, joilla operoi. Elementtejä transformoidaan ja moninkertaistetaan usein niin, että kokonaisrakenne heijastaa ydinsolujen rakennetta tai muotoa. Ydinsoluilla ei ole preferoitua tasoa, koska ne kuuluvat pikemmin ajallispaikallisesta kontekstista vapaan käsitteellisen ajattelun piiriin kuin välittömän havaintokokemuksen. Soluja uudelleen jakamalla ja yhdistämällä saadaan aikaan rajaton määrä uusia yksiköitä. Solut voivat myös kertautua useilla rakennetasoilla. (Heinonen 1992, 240-241.)

[4] Motorinen suoritus perustuu yleistyneille motorisille malleille. Ne antavat käskyjä lihaksille, kun aistinvarainen syöte on ensin kognitiivisella tasolla tulkittu. Palautteen ansiosta skeemat tarkentuvat, jolloin virheet korjautuvat ja suorituksesta tulee eriytyneempi. Palaute ja eteenpäinsyöttöjärjestelmä ovat riippuvaisia korkean tason kognitiivisista prosesseista. Motorinen malli sisältää sellaiset liikkeen yleisimmät piirteet, jotka soveltuvat mahdollisiman moneen tilanteeseen. Kulloinenkin tilanne määrää liikkeen hienovaraisemmat piirteet. (Pressing 1988, 131-136.)

Tässä vaiheessa improvisaatio saattaa olla rakenteeltaan assosiatiivista, ja uusien koherenttien kokonaisuuksien luominen on aluksi hankalaa. Motorisen taidon kehittymisessä tapahtunut hierarkkisuus pitää assosiatiivista tuottamista koossa. (Clarke 1988, 6-7.)

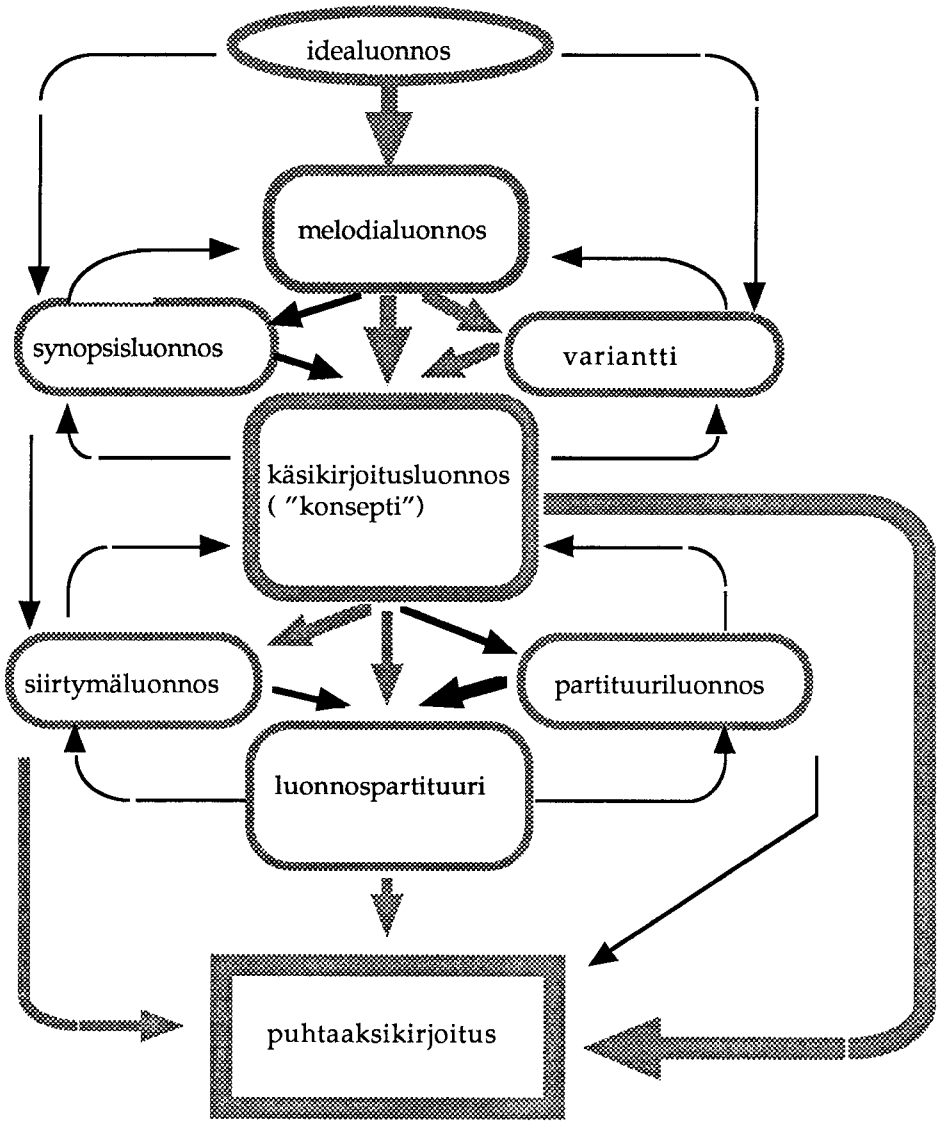


KUVA 4.4. Ylhäällä hierarkkinen, keskellä assosiatiivinen ja alimpana kokoelmaan perustuva rakenne (Clarke 1988, 8).

Säveltäminen sisältää myös työstämisvaiheita, jolloin tarkkaavuus kohdistuu rakenteeseen, ei sujuvaan tuottamiseen kuten improvisaatiossa. Työstämistä kutsutaan luonnosteluksi. Heinosen (1995) luonnosteluprosessin malli[5] sopii

[5] Malli on johdettu länsimaisessa taidemusiikissa 1600-1945 tavattujen käsikirjoitus- ja luonnostyyppien pohjalta. Malli kuvasi myös tyypillistä Lennonin ja McCartneyn rockbiisin luonnosteluprosessia. (Heinonen 1995, 33.)

kuvaamaan aikuisen luonnostelua, joka perustuu tonaalisen musiikin keskeiselle käsiterakenteelle. Luonnokset voidaan käsittää mentaaleiksi luonnoksiksi. (Heinonen 1995, 33.) Sävellysprosessi sisältää valmistelu-, toteutus- ja korjausvaiheet (ibid, 151-152). Luonnostelu tapahtuu toteutus vaiheessa.



KUVA 4.5. Heinosen (1995) luonnosteluprosessin malli. Pystysuoralla akselilla olevat luonnos- ja käsikirjoitustyypit kuvaavat sävellysprosessin etenemistä epämääräisestä idealuonnoksesta valmiiksi puhtaaksikirjoitukseksi siten, että seuraava luonnos on edellistä horisontaalisessa ja vertikaalisessa mielessä viimeistellympi. Vasemmassa laidassa olevat luonnostyypit vastaavat niitä välittäviä vaiheita, joiden avulla horisontaalinen laajentaminen tapahtuu. Kuvion oikeassa laidassa olevat luonnokset muuttavat, korjaavat, tai täydentävät vertikaalista ulottuvuutta (primaarit parametrit melodia, rytmi ja harmonia; sekundaariset parametrit sointi, tekstuuri ja dynamiikka). (Heinonen 1995, 32-33.)

Luonnoksia on funktioltaan kolmenlaisia:

1) *Ideoivat ja kokeilevat luonnokset.* Idealuonnos on usein lyhyt, muutaman tahdin mittainen, ja yksityiskohdiltaan avoin. Melodialuonnos sisältää viittauksia soitin- tai laulumelodiaan sekä säestyksen. Variantti palautuu johonkin aikaisempaan luonnokseen. Vaihtoehto liittyy aikaisempaan muotokokonaisuuteen, mutta ei ole palautettavissa aikaisempiin luonnoksiin. (Heinonen 1995, 31.)

2) *Jäsentävät luonnokset.* Teemaluettelossa esitetään teoksen eri osien ideat ja melodiat luettelon muodossa. Synopsis käsittää teoksen tärkeimmät teemat, sävellajikeskukset ja mahdollisesti tempoon ja muotoon liittyviä merkintöjä, mutta ei siirtymätaitteita. Käsikirjoitusluonnos käsittää yleensä melodisen päääänen sekä viittauksia tonaliteettiin ja säestykseen. Se käsittää koko teoksen tai teoksen temaattisesti ja tonaalisesti kiinteimmät taitteet. Se on ikään kuin jatkettu melodialuonnos. (ibid, 31.)

3) *Täydentävät ja viimeistelevät luonnokset.* Siirtymäluonnos käsittää siirtymätaitteet, jotka synopsiksesta puuttuvat. Partituuriluonnos kattaa tavallisesti itsenäisen muotokokonaisuuden, kunkin stemman omalla viivastollaan. Luonnospartituuri eli alkuperäisluonnos on lopullista versiota viimeistelemättömämpi. (ibid, 31.)

Luonnostelun alkuvaiheessa säveltäminen siis tavallisesti tapahtuu suhteellisen lyhyillä musiikillisilla jaksoilla. Voidaan ajatella tämän ajallisen taso toimivan säveltäjän referenttitasona. Suhteellisen pian ammattilainen lähtee hahmottamaan ensinnäkin globaalimpia rakenteita, jotka edellyttävät tonaliteettiin, teemoihin ja ajalliseen muotoon liittyvää suunnittelua, sekä toiseksi paikallisia yksityiskohtia. Slobodan (1985, 117) mukaan sävellystaidon kehittyessä tarkkaavuus kohdistuu pintapiirteiden lisäksi syvärakenteisiin, kuten harmoninen tai melodinen liike. Sävellystaitoaan vasta hankkivien voidaan olettaa työskentelevän musiikillisella pintatasolla pidempään.

Vasta-alkajien ja ammattilaisten työskentelyä onkin vertailtu kokeellisesti ns. ekspertti-noviisi -tutkimuksissa (Colley, Banton, Down & Pither 1992; Davidson

& Welsh 1988)[6]. Vasta-alkajien havaittiin työskentelevän enemmän pinta- ja ekspertin syvärakenteen tasolla. Kokeneet tuottivat materiaalia enemmän 'taaksepäin' työskennellen ja noviisit puolestaan 'eteenpäin'. Vasta-alkajilla voidaan sanoa olevan jatkuva konflikti työn alla olevan paikallisen kontekstin ja suunnitteilla olevan globaalin kontekstin välillä. Vasta-alkajat käyttävät motorisia malleja enemmän, ja juuttuvat ratkaisuihinsa useammin kuin kokeneet.

Davidsonin & Welshin kokeessa vasta-alkajat työskentelivät säveltasosta toiseen. Kokemuksen myötä yksikkö laajeni tahdin, kahden tahdin ja viimein kokonaisen fraasin kokoiseksi. Sävellajien välistä hierarkkista järjestystä ei havaittu. Työskentely-yksiköt olivat tuttujen sävelkuvioiden kokoelmia. Sävellajin määrittely tapahtui peruskolmisoinnun avulla. Perussävellaji saatettiin määritellä toistamalla toonikaa. Kehittyneempiä tapoja olivat toonikan keston pidentäminen, jonkin tonaalisen formulan sekä pidemmän linjan tonaalisia suhteita ilmentävän asteikkokulun käyttö (esim. aloittaminen heikolta teholta, jotta liike uuteeen sävellajiin tulisi pehmeämmäksi). Rytmiä ei kyetty tarkkaamaan melodiaa keksittäessä. Tästä johtuen sävellajisuhteet saattoivat jäädä hämäriksi (pitkillä ja painokkailla sävelillä ei välttämättä ollut erityisasemaa tonaalisessa mielessä). Rytmiin implisiittisenä sisältyvä fraasirakenne kuitenkin tunnistettiin. Modulaatioon siirtyminen oli työlästä. (Davidson & Welsh 1988, 264-282.)

Kokeneiden ajattelu oli hierarkkista. He työstivät laajempaa kokonaisuutta. Heillä oli ennakkokäsitys sointuasteiden tehosta ja kaukaisten sävellajien suhteista. He integroivat rytmin melodiaan. Sävellajin määrittely tapahtui useita siirtymäsuhteita hyödyntämällä (esim. dominantti-toonika -suhteita). Kaikkein kehittyneimpien tuottamisessa sävel saattoi viitata sekä paikalliseen että uuteen sävellajiin. Astekulkuja käytettiin kolmisointuliikettä enemmän (astekulkuun sisältyy kolmisointuliike). (ibid, 272 -283.)

---

[6] Davidson & Welsh 1988 tutkivat melodian säveltämistä. Koehenkilöt olivat 20-22-v. konservatorio-opiskelijoita. Ensivuoden opiskelijat osoittautuivat sävellystehtävässä vasta-alkajiksi, vaikka olivat mestaritason esittäjiä. Colley, Banton, Down & Pither (1992) tutkivat koraalisoinnutusta. Koehenkilöistä yksi oli säveltäjä ja kolme muuta ensivuoden musiikin opiskelijoita yliopistossa.

4.4. Yhteenveto

Case kuvaa tietämyksen muodostuvan hierarkkiseksi todennäköisyyspohjaisesti. Hierarkkisuutta musiikintuottamisessa voi esiintyä vain jos tarkkaavuus on tulkinnassa kohdistunut fyysisiä piirteitä abstraktimpiin musiikillisiin piirteisiin. Jo musiikillisen kuvion jäljitteleminen korvakuulolta vaatii tällaista tarkkaavuuteen perustuvaa harjoitusta.

Kuulija ja musiikin keksijä tarkkaa musiikillisten elementtien suhteita ensisijaisesti referenttinä olevan ajanjakson sisällä, ja lähestyy tältä tasolta globaalimpia ja paikallisempia tasoja (Jones 1992). Tästä syystä voidaan olettaa musiikillisen tietämyksen karttuvan ensin suhteellisen paikallisilla mutta eriytymättömillä tasoilla. Tällaisia tasoja edustavat musiikin kuviopohjaiset rakenteet kuten melodian kaarros ja rytminen ryhmittely. Ajallisesti laajoja, hierarkkisesti järjestyneitä ja yksityiskohtaisia sävellyksiä on mahdoton oppia tuottamaan kerralla. Kaikkein helpointa on improvisoida tajunnanvirran kaltaista assosiatiivista ketjua, jossa samankaltaisuus perustuu mihin tahansa lähimenneisyydessä tuotettuun musiikilliseen elementtiin, ja jossa suuria muutoksia ei tapahdu.

Casen mukaan yksinkertaisimmillaan toimeenpaneva kontrollirakenne on ainakin jossakin määrin tahdonalaisen tarkkaavuuden alainen suoritus, jossa johonkin ärsykerepresentaatioon kohdistetaan muuntava toiminto, joka koostuu niistä skeemoista, jotka representoivat tuota tilaa. Suoritusta rajoittaa lyhytkestoisen muistin varastointitila. (Case 1985, 411-414.) Yhdistettäessä tähän Jonesin (1992) näkemys musiikin kolmesta ajallisesta tasosta voidaan yksilön tavoitetilan muodostuvan referenttitasoa joko globaalimmasta tai paikallisemmasta tasosta. Näiden kolmen tason joustava käyttö on aikuiselle eksperteille ominaista. Vasta-alkajat sen sijaan saattavat kadottaa globaalimman tavoitteen työskennellessään paikallisemmalla tasolla; he myös saattavat jättää paikallisia tapahtumia tarkkaamatta orientoituessaan globaalimpaan päämäärään. Jos kysymys on lapsesta, referentti, globaali taso ja paikallinen taso on tulkittava kehitysvaiheelle spesifin operaation mukaisesti (luku 5.). Esimerkiksi vauvan on vielä tarkattava motoristen liikkeiden vaikutuksia ääniin, sillä nämä suhteet eivät ole vielä automatisoituneet.

Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne sisältää kaksi ulottuvuutta. Nämä ovat ajallinen ulottuvuus ja säveltasoulottuvuus. Aika-säveltaso -kuviot muodostavat syntaktisia kuvioita. Syntaktiset pääulottuvuudet ovat melodia, harmonia ja rytmi.

Kuvioiden abstrakti tulkinta edellyttää ensinnäkin säveltasojen järjestymistä sävel- ja intervalliluokiksi, jotka muodostavat asteikon kiinteine intervallisuhteineen. Sävellajiksi käsitettynä asteikon sävelluokilla on toisistaan hierarkkisesti eroavat stabiliteettifunktiot. Sävellajeilla on yhteisiä säveliä, mutta samalla sävelellä on eri stabiliteettifunktio eri sävellajissa. Tästä johtuen soinnut toimivat suhteessa vallitsevaan sävellajiin sekä soinnun perussävelen sävellajiin. Funktiot ilmenevät asymmetrisesti ajassa. Stabiliteettiolot paikallisilla tasoilla ovat erilaiset kuin globaalimmilla tasoilla.

Toiseksi musiikillisissa kuvioissa voidaan erottaa rytmisiä ryhmiä ja metrisiä periodirakenteita. Ryhmittelyyn osallistuvat useat parametrit. Rytmin ulottuvuudella keston suhteet ja aksentit muodostavat ryhmärajoja. Metriset aksentit ilmenevät säännöllisesti, ja muodostavat monitasoisen hierarkian. Myös ryhmät ovat hierarkkisia, mutta ryhmärajat eivät suinkaan aina osu yksiin vahvimman metrisen aksentin kanssa.

Voidaan olettaa, että metrin ja ryhmittelyn yhtäaikaa tarkkaaminen aiheuttaa lyhytkestoiselle muistille haasteen. Metrin ja ryhmittelyn samavaiheisuus[1] puolestaan lienee helpompaa prosessoida. Musiikin keksimisessä rytmisiä jännitteitä voidaan tuottaa paitsi erivaiheisuuden kautta, myös vaihtamalla metriä ja ryhmittelytapaa. Viimen mainitut ovat yksinkertaisempia tapoja, joten ne voidaan myös oppia tuottamaan ensin.

[1] Jos ryhmä alkaa iskulla ja jatkuu seuraavalle saman metrisen tason iskulle, ovat ryhmittely ja metri samassa vaiheessa. Jos ryhmä alkaa heikommalla iskulla kuin ryhmän sisältämä vahvin isku (eli alkaa koholla), ryhmittely ja metri ovat eri vaiheessa. Erivaiheisuudessa on aste-eroja, riippuen kuinka pitkä on aikaväli ryhmän alusta sen vahvimpaan iskuun. (Lerdahl & Jackendoff 1983, 30.)

Pintatason tonaaliset stabiliteettiolot ja niihin liittyvät temporaaliset asymmetriat ja syvätason vastaavat tapahtumat kilpailevat niin ikään tarkkaavuuden kohdistumisesta. Koska pintatasolla erilaisilla tonaalisten funktioiden yhdistelmillä on suurempi hajonta kuin syvätasolla, ja funktioiden todenäköisyydet tasaisemmat, oppimisen alkuvaiheessa oppija pyrkinee korostamaan tärkeintä tapahtumaa keston, intensiteetin, sointivärin, sijainnin kaarroksessa tms. avulla. (ks. Krumhansl 1990.)

Tonaalisen jännitteen pitkittäminen edellyttää sekä abstraktia tonaalista hierarkiaa että ajan hierarkkista representaatiota. Ellei tapahtumahierarkia ole kummankaan suhteen kovin kehittynyt, saattaa sävellys olla pitkäkin, mutta tonaalisesti dominoivien tapahtumien jakautuminen tasainen, joka ilmenee 'latteana' rakenteena. Assosiatiivisia temaattisia suhteita onkin helpompaa tuottaa ennen hierarkkisia suhteita. Temaattiset operaatiot ovat kuitenkin sävelluokkainformaatiosta riippuvaisia. (ks. Lerdahl & Jackendoff 1983; Krumhansl 1990.)

Heinosen (1995) luonnostelumallin ja ekspertti-noviisi -tutkimusten perusteella voidaan havaita, että keksimisessä tarkkaavuus voi suuntautua myös eri syntaktisiin ulottuvuuksiin. Vasta-alkajat eivät kykene tarkkaamaan kaikkien syntaktisten ulottuvuuksien yhteisvaikutuksia. Esimerkiksi säestyssointu, jossa esiintyy samoja säveltasoja kuin melodiaintervallissa, on helpompaa tuottaa kuin melodiasävelistä poikkeava (ks. Platt & Racine 1994).

Olettettaessa, että edellä mainitut musiikillisen informaation käsittelyyn ja Casen teoriaan perustuvat oletukset ovat relevantteja tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen kehittymisen kannalta, voidaankin pohtia, missä iässä kyseisiä konfliktoivia rakenteita kyetään hallitsemaan, ja kuinka hierarkkinen kehitys tapahtuu. Luvussa 5. esitänkin musiikillisen kehityksen empiirisiä tutkimuksia, joiden pohjalta muodostan Casen mekanismia soveltaen mallin lapsen musiikillisen kehityksen saavutuksista kussakin vaiheessa.

5. Tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen ja musiikin keksimisen kehitysvaiheet Casen kehitysmekanismin sovelluksena

Musiikillista kehitystä, varsinkin musiikin havaitsemista, on paikoitellen tutkittu hyvinkin yksityiskohtaisesti. Jotkut osa-alueet kuten musiikin keksiminen ovat puolestaan jääneet melko vähälle. Käsitteistö on moninaista. Tässä luvussa tarkastellaan lapsen musiikilliseen kehitykseen kohdistunutta tutkimusta ja tulkitaan sitä neopiaget'laisen Casen muotoileman kehitysmekanismin näkökulmasta.

Casen mekanismia voidaan soveltaa musiikillis-syntaktisen tietämyksen alueelle, selittämään musiikin keksimisessä musiikillisen keskeisen käsiterakenteen kehittymistä. Tämä alue on länsimaisessa tonaalisessa musiikissa aikaulottuvuudesta ja tonaliteetista muodostuva keskeinen käsiterakenne, joka kehityksen ja oppimisen myötä muuttuu yhä monisyisemmäksi ja sisältää monenlaisia assosiatiivisia ja hierarkkisia suhteita (ks. luku 4.).

Otettaessa huomioon, että musiikillinen tietämys kehittyy ensin suhteellisen paikallisilla, eriytymättömillä tasoilla, ja että eri parametrien ja hierarkkisten tasojen erisuuntaiset vaikutukset aiheuttavat tarkkaavuudelle haasteen (ks. luku 4.4.), voidaankin laatia oletuksia niistä rakenteista, jotka Casen kehitysmekanismia sovellettaessa integroituvat ja eriytyvät. Tällaisia rakenteita ovat ne, joita lapsi ei kykene tarkkaamaan samassa operaatiossa ennen harjoitusta.

Sovellusmenetelmäni on seuraavanlainen. Kunkin päävaiheen osalta esitän eri tutkimusten pohjalta saatuja tietoja lapsen 1) ajallisen ulottuvuuden, 2) säveltasoulottuvuuden sekä 3) musiikin keksimisen kehityksestä. Nämä saavutukset analysoin operationaalisen lujittumisen sekä yksitahoisen, kaksitahoisen ja elaboroidun koordinaation rakenteiksi kussakin osavaiheessa niin, että edellisen vaiheen saavutukset muodostavat pohjan seuraavalle päävaiheelle. Lähtökohtana ovat siis sensomotoriset kontrollirakenteet, jotka muodostavat hierarkkisen perustan relationaalisille ja nämä puolestaan dimensionaalisille kontrollirakenteille. Vektoriaalisen kehitysvaiheen olen rajannut tutkimukseni ulkopuolelle.

5.1. Sensomotorinen vaihe

Sensomotorinen vaihe käsittää lapsen esimusiikillisen kehitysvaiheen, joka päättyyn noin 18 kk iässä spontaanin laulun alkamiseen, jota voidaan saavutuksena pitää rinnastettavana esimerkiksi kielen oppimisen kanssa.

5.1.1. Ajallinen ulottuvuus

Vauva havaitsee herkästi muutoksia rytmeissä. Demany, McKenzie & Vurpillot (1977) osoittivat habituaation avulla, että lähes vastasyntynyt erottaa tasavälisen jakson sellaisesta, jossa tapahtumaintervallit vaihtelivat 194, 97, 194, 297 millisekuntia; lisäksi he erottivat jakson 97, 291, 582 intervallein jaksosta, jossa samat intervallit olivat eri järjestyksessä. (Fraisse 1982, 161-162.)

Rytmin tuottaminen on ensimmäisellä ikävuodella äänteiden ja rummuttavien liikkeiden toistoa. Lapsi toistaa liikkeen suurin piirtein samanlaisena heti edellisen liikkeen loputtua. Tästä tuloksena on karkeahkosti säännöllinen pulssi. Lapsi ei kuitenkaan vielä kykene jakaamaan pulssia alaiskuiksi, jättämään iskuja pois pulssin lakkaamatta eikä jäljittelemään rytmikuvioita. (Sloboda 1985, 200-201.)

Moorhead & Pond (1978) luonnehtivat lasten ensimmäisiä spontaaneja rytmikuvioita säännöllisiksi ja monotonisiksi, mutta ei-aksentoiduiksi. Alle 2-vuotiaan spontaanin laulun rytminen monimutkaisuus johtuu puherytmien integroitumisesta vokalisaatioon (Dowling 1984). Tauot johtuvat tarpeesta hengittää. (Hargreaves 1986, 71.)

5.1.2. Säveltasoulottuvuus

Habituaation avulla voidaan tutkia, kuinka vauva havaitsee säveltasoja. Eisenberg (1976) osoitti vastasyntyneiden erottelevan ääniä intensiteetin ja sävelkorkeuden mukaan (Hargreaves 1986, 61-62). Kun musiikillinen tapahtuma on yksittäistä säveltä pidempi jakso, lapsi havaitsee siitä melodian kaarroksen. Melson & McCall (1970) ja Chang & Trehub (1977) osoittivat 5 kk ikäisen havaitsevan muutokset kaarroksessa, mutta kohtelevan transpositioita samoina

melodioina, olipa melodia atonaalinen tai tonaalinen. (Dowling 1982, 415.) Vauvat kykenevät myös erottamaan muutoksia kaarroksissa paremmin diatonisessa kuin ei-diatonisessa kontekstissa (Trehub, Thorpe & Trainor 1990).

Kaarrosten erottelu on helpompaa, kun muutos tapahtuu oktaavissa ja kvintissä kuin tritonuksessa (Trainor & Trehub 1993). On kuitenkin epäselvää, missä määrin diatonisen kontekstin ja konsonoivien intervallien preferenssi johtuu implisiittisistä kyvyistä havaita tonaalisia stabiliteettisuhteita, missä määrin ärsykkeen akustisista[1] ominaisuuksista. Krumhansl & Jusczyk (1990) osoittivat, että vauvat myös jaksottavat musiikillista jatkumoa samoin periaattein kuin aikuiset (Krumhansl 1990. 156-169).

Lapset oppivat jäljittelemään yksittäisiä sävelkorkeuksia 6 kk iässä. Kessen, Levine, Wendrich (1979) osoittivat, että 6 kk ikäiset myös jäljittelivät säveliä mollikolmisoinnusta (d-f-a) 40 päivää kestäneen harjoituksen jälkeen onnistuen 2/3 yrityksistä, ja miltei säveltarkasti. (Hargreaves 1986, 66-68.) Yhtä säveltä pidempien melodisten jaksojen tarkka jäljittely ei alle yksivuotiaalta onnistu. (Sloboda 1985, 200.)

5.1.3. Esimusiikillinen tuottaminen

Vaikka vauvan kuulonvaraiset kyvyt ovat monella tapaa hämmästyttävät, kuulohavaintoon ja motorista kontrollia vaativaan ääntelytoimintaan liittyvien skeemojen keskinäinen koordinaatio on puutteellista. Usein havaintoon liittyvät saavutukset voidaan osoittaa vain äärimmäisen rajoitetuissa olosuhteissa (habituaatio). Koordinaation kehittyessä äänimalleja opitaan jäljittelemään. Tämän seurauksena synnynnäisiin ääntelymalleihin alkaa integroitua uusia, opittuja ääntelymalleja.

Vauvan äänentuottamisen kontrollirakenteita on luonnehdittu vokaaliseksi leikiksi ja jokeltelulauluksi (Moog 1976) sekä puhelauluksi (chant) ja lauluksi

[1] Trainorin & Trehubin (1993) testissä vauvat erottivat muutoksia melodian korkeimmassa sävelessä paremmin muutosintervallin ollessa puhdas kvintti kuin sen ollessa tritonus. Sama päti transponoitujen melodioiden intervalliseen etäisyyteen. Koska intervallit eivät olleet ajallisessa läheisyydessä keskenään, puhdas kvintti saattoi toimia ankkuroivana tekijänä havainnossa. Oktaavi ja kvintti perustuvat yksinkertaisille frekvenssiarvoille, jotka ovat helpompia erottaa. Trainor ja Trehub olettavat puhtaan kvintin olevan lapselle yhtä luonnollisen kuin oktaavin, jota pidetään musiikillisena universaalina. (Trainor & Trehub 1993, 193-194.)

(song) (Moorehead & Pond 1978). Puhelaulussa vauva kontrolloi erityisesti rytmiä puhetyyppisen ääntelyn ja kehon liikkeiden kautta. Song-tyyppinen laulu sisältää glissandomaista kokeilua säveltason suunnanvaihdoksilla. (Hargreaves 1986, 66-68.) Vauvat ovat myös kiinnostuneet 'rummuttamaan' erilaisia äänilähteitä, jotka vain sopivat käteen.

Casea mukaillen oletankin, että musiikillisen kehityksen sensomotorisessa vaiheessa kuulonvaraiset hienomotoriset skeemat (A) sekä äänentuottamiseen liittyvät karkeamotoriset (B) skeemat vähitellen koordinoituvat keskenään (A-B). Ääni saadaan aikaan liikuttamalla raajaa tai jännittämällä kurkupään lihaksia. Tällöin vauva koordinoi oman liikkeensä ja äänilähteessä tapahtuvien muutosten suhteita. Lisäksi vauva kykenee koordinoimaan äänilähteissä tapahtuvien muutosten suhteita. Muita tärkeitä saavutuksia niin kielellisen kuin musiikillisenkin kommunikoinnin alueella ovat ääntelyn ja sosiaalisessa todellisuudessa esiintyvien emotionaalis-sosiaalisten muutosten koordinaatio, ulkoisten äänitapahtumien ja toisten ihmisten eleiden ja ilmaisun koordinaatio sekä oman ja toisen yksilön ääni-ilmaisun välinen koordinaatio (Case 1985).

5.1.4. Yhteenveto: musiikilliset sensomotoriset kontrollirakenteet

Operationaalisen lujittuminen vaiheessa (1-4 kk) ääntely on eriytymätöntä muusta toiminnasta. Lapsen kontrollirakenne voi olla esim. seuraava: mielenkiintoinen ääni lakkaa -> jatka kokemusta -> tuota ääni.

Yksitahoinen koordinaatio 4-8 kk: Ratkaiseva saavutus on äänentuottamisen ja kuuntelemisen koordinoituminen sekä raajanliikkeen ja äänen koordinoituminen. Lapsi jäljittelee välittömästi sellaisia vokaalisia tai rytmisempiä äänteitä, joita varten hänellä on spontaaneja tuottamisskeemoja hallussaan. Esim. yksittäisiä säveltasoja saatetaan oppia jäljittelemään harjoituksen avulla jo 6 kk iässä. 3-6 kk iässä vauvat alkavat myös elehtiä ja liikkua rytmisesti musiikin mukaan.

Kaksitahoinen koordinaatio 8-12 kk: Lapsi kykenee vastavuoroiseen äänellä kommunikointiin sekä monitoroimaan siinä tapahtuvia muutoksia tarkemmin. Lapselle kehittyy kyky leikkiä musiikilla ja intentionaalisesti jakaa musiikkia. Tämä kyky perustuu ns. vokaaliseen protokommunikaatioon, joka on kieltä

vanhempi yksilöllinen, prosodis-toiminnallinen kanava (Donald 1991; Stern 1985; Case 1985). Äänteiyn merkitys on tilannesidonnainen, ei abstraktiin tonaliteettiin perustuva. Lapsi kontrolloi parametreistä intensiteetin, ajan ja säveltason yleistä muutosta (esim. voimakas/hiljainen, ylös/alas, ääni/ hiljaisuus). Glissandomaisen laulun, äänen ja hiljaisuuden rytmisen vaihtelun sekä intensiteetin vaihtelun voidaan olettaa ilmentävän pyrkimystä yleiseen jännitteen ja levon kontrollointiin. Vaihtelua vauva toteuttaa käyttäen periferaalista syötettä kurkunpään jännite- ja lepotiloista hyväkseen. Vauva myös jäljittelee välittömästä mallista uusia äänteitä, jotka ovat analogisia jo hallituille. Vauva kykenee mukauttamaan tuottamisen skeemansa uusiin malleihin ja laajentaa äänteiymallien repertuaaria.

$$\begin{array}{c} A_1 - B_1 \\ \vdots \\ A_2 - B_2 \end{array}$$

Elaboroitu koordinaatio. 12-18 kk. Lapsi kontrolloi kahta tai useampaa parametrista muutosta. Viivästetty jäljittely alkaa. Laulu ei perustu tarkkoihin sävelkorkeuksiin, vaan leimallista on yhdellä hengityksellä tuotettu glissando. Vaiheen lopulla liu'utteleva äänteiy ja rytminen jokeltelu yhdentyvät lauluksi, jossa on erotettavissa selkeitä säveltasoja, joilla on kestot. Vähitellen muodostuvat kestomuistin varaiset laulukuviot, jossa on sekä keston että yksittäisen säveltason ulottuvuudet. Ne eivät ole enää vaihtoehtoisia toiminta-reaktio -pareja, vaan palautettavia:

$$\begin{array}{c} A_1 - B_1 \\ X \\ A_2 - B_2 \end{array}$$

Johtopäätös siis on, että lapsi oppii kontrolloimaan musiikillisessa informaatiossa yleisiä parametrisiä muutoksia, niin että vaiheen lopulla integraation ja eriytymisen tuloksena ilmaantuu musiikillisen kuvion esimuoto. Kun nämä kuviot alkavat saada syntaksin, eli kun niitä kyetään kokonaisuuksina yhdistelemään, ollaan siirrytty relationaaliseen vaiheeseen. Saavutus on analoginen puhumaan oppimiselle.

5.2. Relationaalinen vaihe

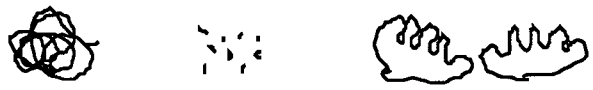
Relationaalinen vaihe alkaa n. 18 kk iästä spontaanin laulun myötä ja kestää esikouluiän noin 5-6 vuoden ikään saakka. Tällöin lapselle tyypillistä on spontaani musisointi leikkitilanteissa. Lapsi oppii myös yhä tarkemmin jäljittelemään kulttuurilleen tyypillisiä malleja.

5.2.1. Ajallinen ulottuvuus

Alle 2-vuotiaan laulun rytminen monimutkaisuus johtuu puherytmien integroitumisesta vokalisaatioon - tauot johtuvat tarpeesta hengittää (Dowling 1982). Davidsonin, McKernonin & Gardnerin (1981, 303-308) mukaan puolet 2-vuotiaista kykenee tuottamaan kulttuurille tyypillisiä rytmikuvioita. Jäljittely kohdistuu relatiivisiin kestoihin. Synkronoituminen pulssiin taputtamalla onnistuu Fraissen et al. (1949) mukaan 3-4 vuoden iästä lähtien (Fraisse 1982, 154).

4-vuotiaat osaavat yhdistellä eri lauluista peräisin olevia rytmikuvioita. Gardnerin ja Wolfin (1983) mukaan 4-vuotiaiden rytmi järjestyy vielä sanaaksenttien mukaan paikallisesti, mutta 4-5 vuoden iässä ilmaantuu pulssi. Davidson, McKernon & Gardner (1981) havaitsivat, että oppiessaan uutta laulua 5-vuotiaat lapset oppivat ensin soittamaan melodiarytmin rummulla synkronisesti pulssin kanssa ja vasta myöhemmin suodattamaan pulssin pintarytmistä. 5-vuotias kykenee myös laulamaan laulun eri nopeuksilla. (Davidson, McKernon & Gardner 1981, 303-308; Hargreaves 1986, 71-81; Sloboda 1985, 203-210).

Vaikka 4-5-vuotiaat osaavat taputtaa yksinkertaisia rytmejä, he eivät välttämättä osaa kuvata niitä graafisesti. He kuvaavat rytmikuvion riimusteluna, jolloin kynänterää rytmikkäästi liikutellaan tai naputetaan paperilla, niin että syntyy kiemuraista viivaa tai pisteitä. Samantasoista suoritusta edustaa kuvassa 5.2. (s. 90) piirros, joka esittää käsiä. (Bamberger 1991, 46-55.) 5-6-vuotiaan kuvauksessakaan ääni ja sitä kuvaava symboli eivät aina täysin vastaa toisiaan. Ensimmäisiä täysin viittauskohdettaan vastaavia ulkoisia symboleita tuotetaan rytmeissä, joissa on pieni määrä tapahtumia. Tämän jälkeen opitaan tapahtumien sarjallinen järjestys ajassa. (Hildebrandt 1987, 87.)



KUVA 5.1. Rytmin riimustelua 4-5 vuoden iässä (Bamberger 1991).

5.2.2. Säveltasoulottuvuus

Toisella vuodella lapset tunnistavat tuttuja melodioita ja alkavat tuottaa tunnistettavia lauluja (Dowling 1982, 416). Spontaani laulu alkaa 6-18 kk iässä, useimmiten 18 kk iässä (Dowling 1988, 116). Spontaanissa laulussa liukuvasta vokalisaatiosta siirrytään erottuviin säveltasoihin. Säveltasot eivät kuitenkaan ole kiinteitä eivätkä muodosta suhdejärjestelmää, asteikkoa. Lapsi kontrolloi laulussaan lyhyitä melodis-rytmisiä kaarroskuvioita toiston ja muutoksen keinoin. Kaarroskuvioita on aluksi vain yksi tai kaksi. (Dowling 1982, 416-417.) 3-vuotiaan spontaanissa laulussa kaarroskuvioita on yleensä kolme (Dowling 1988, 117).

Ensimmäiset opitut laulut eroavat alkuperäisistä malleista melodian kaarroksen suhteen. Mallilaulun fraaseista muistetaan vain osa. (Davidson 1994, 109-110.) 2-3-vuotiaat kykenevät jäljittelemään mallilaulusta oikein ensin erillisten fraasien kaarrokset. Vähitellen useampia fraaseja sisältyy tuotokseen. Laulun yleisrakenne hallitaan melko hyvin 3-vuotiaana. 4-vuotiaat kykenevät säilyttämään sävellajin fraasin sisällä, 5-vuotiaat myös fraasien välillä. 5-vuotiaan laulussa on stabiili sävellajikeskuksen tuntu. 5-vuotias hallitsee laulun yleisen rakenteen lisäksi yksityiskohtia, kuten kestosuhteita (=pintarytmiä), pulssia ja perättäisten intervallien suhteita. (Davidson, McKernon & Gardner, 1981). 6-vuotiaan laulu on yhdenmukainen mallinsa kanssa (Davidson 1994, 111).

Davidsonin (1983) mukaan kaarroksen skeema muodostuu niin, että lapsi lähestyy melodian yleistä muotoa tarkentaen asteittain säveltasoja ja intervalleja, ja lisäksi muodostaa referenssisävelen, johon sovittaa melodian erottuvinta säveltä lisäten loput sävelet intervallisuhteiden perusteella. Kaarroksen skeemoissa voidaan erottaa 1) tonaalinen kehys (laulun ambitus), joka voidaan täyttää hypyin tai askelin; 2) säveltasojen järjestymisaste tonaalisen asteikon suhteen; 3) melodisten liikkeiden laajuus, joka viittaa nouseviin ja laskeviin kuvioihin kaarroksen sisällä. (Hargreaves 1986, 79-80.)

Davidson (1994) olettaa, että kaarroksen skeemoja on viittä tasoa ikävuosien 1-6 aikana: terssin, kvartin, kvintin, sekstin ja oktaavin skeemat. Ne kehittyvät pienistä, laskevista liikkeistä joiden kehys laajenee vähitellen. Kehys laajenne taan ensin useimmiten hypyn, ei askelliikkeen avulla. Davidson olettaa viimeisenä ilmaantuvan oktaavin muodostuvan eri tavalla, mahdollisesti rekisteriin perustuen. Kaarrosskeemojen varaston kasvaessa referenssisävelten määrä vähenee, kunnes vakaa yksi-yhteen -vastaavuus muodostuu mallilaulun säveltasojen ja lapsen laulun säveltasojen välille. (Davidson 1994, 113-114.)

Vaikka säveltaso vakiintuukin asteikoksi laulussa, 5-vuotiaalla ei vielä ole stabiilia tonaalista asteikkojärjestelmää, jonka avulla melodioita voitaisiin transponoida. Hän erottaa tonaalisen ja atonaalisen kontekstin toisistaan, mutta ei kykene havaitsemaan hienovaraisia intervallisia eroja. 5-vuotiaat eivät erota melodiaa sen tonaalisesta imitaatiosta tai transpositiosta läheisessä sävellajissa, mutta osoittavat jo taipumusta erottaa kaukaisempiin sävellajeihin transponoidut tonaaliset imitaatiot. 8-vuotias erottaa useammin kaukaisen sävellajin transpositiot kuin lähisävellajin imitaatiot, ja havaitsee täten myös intervallisia eroja. (Dowling 1982, 418.) Trehubin tutkimuksiin viitaten Dowling huomauttaa lasten erottavan hyvin tutuissa lauluissa kaarrosmuutosten lisäksi myös intervallimuutoksia (Dowling 1988, 118).

5.2.3. Musiikin keksiminen

Spontaani musiikin keksiminen on esikouluikäiselle lapselle luonnollista toimintaa kuten spontaani puheilmaisukin. Se on välttämätön perusta kaikelle musiikin myöhemmälle oppimiselle. Se ei ole samassa määrin intentionaalista kuin aikuisen musiikin keksiminen. Pieni lapsi ei tee jyrkkää eroa oman ja toisen yksilön ideoiden välillä. Aivan relationaalisen vaiheen alussa lapsen spontaanit tuotokset ja opitut laulut eivät erotu rakenteeltaankaan toisistaan.

Spontaanit laulut ovat rakenteeltaan yksinkertaisia, vaikka saattavatkin muodostaa pitkiä ketjuja. Aluksi ketjut koostuvat lyhyistä, irrallisista kuvioista. Vuosien myötä lapsi oppii jäljittelemään yhä täsmällisemmin mallilauluja, mikä heijastuu spontaanien laulujen kehitykseen. Lapsen lauluvarasto kasvaa ja laulun rakenteen tuntemus kehittyy erityisesti ikävuosien 3-5 välillä.

Spontaaneissa lauluissa voidaan kolmen vuoden iässä erottaa aloituksesta, keskiosasta ja lopetuksesta koostuva laulukehys, jota lapsi täydentää syvä-suuntaisesti yksityiskohdin. 4-vuotiaat osaavat yhdistellä eri lauluista peräisin olevia rytmikuvioita ja melodiakuvioita kokonaisuuksiksi. Vaikka spontaanit laulut eivät ole rakenteeltaan niin hierarkkisia kuin opitut laulut, ne sisältävät enemmän muuntelua - laulusikermä saattaa koostua useankin laulun aineksista. (Hargreaves 1986, 73-74; Davidson, McKernon & Gardner 1981, 303-308.)

Lapsi käyttää kekseliäisyyttään paitsi jo oppimiensa rytmi- ja melodiamallien yhdistelemisessä ja abstrahoimisessa uusiksi tuotoksiksi, myös leikkimällä soittimien äänenmuodostustekniikoilla ja vaihtelemalla äänenvoimakkuutta ja -nopeutta ekspressiivisesti (Swanwick 1988).

Vaikka jo vauvat kykenevät kuulohavainnossaan segmentoimaan musiikkia sekä suppeiden että laajojen tapahtumarajojen mukaisesti, etenee musiikin tuottaminen suhteellisen suppeista ja yksinkertaisista tapahtumarakenteista laajempiin ja monimutkaisempiin. Ajallisesti pitkä spontaani lauluketju on *hierarkkisessa mielessä* yksinkertainen. Voidaankin olettaa, että lapsella on jo kehityksensä alusta olemassa sekä globaalin että paikallisen tason sisäisia malleja, mutta näiden mallien väliset suhteet muuttuvat hierarkkiseksi rakenteeksi vähitellen. Esikouluiässä hierarkkiset suhteet rajoittuvat polaarisiin osa-kokonaisuus -suhteisiin - esimerkiksi hierarkkista asteikkojärjestystä edeltää kehityksessä samaan kontekstiin kuuluvien sävelten kokoelma, jossa vertailu tapahtuu aina yhden referenssisävelen suhteen. Globaalit ja paikalliset mallit saattavat perustua myös eri piirteisiin. Esimerkiksi melodian kaarrosten ja dynaamisten vaihteluiden muodostamat jaksot laulussa ilmentänevät pyrkimystä kokonaisuuden hallintaan, kun samanaikaisesti yksittäisten kestojen ja säveltasojen tuottaminen on vielä epätarkkaa. Kun lapsen tarkkaavuus kohdistuu keksimisessä yksityiskohtiin, kokonaisrakenteen hallinta puolestaan heikkenee.

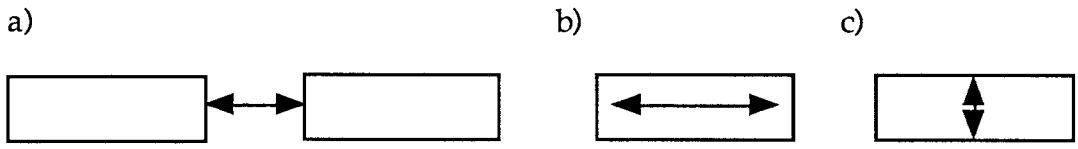
5.2.4. Yhteenveto: musiikilliset relationaaliset kontrollirakenteet

Kuten kielessäkin voidaan musiikissa erottaa relaatioita yksiköiden välillä ja yksiköiden sisällä. Äänen tuottaminen on sensomotorisena toimintona

monimutkainen. Lapsen on kyettävä kontrolloimaan kurkunpään lihaksia, monitoroimaan äänen korkeudessa tapahtuneita muutoksia, ajallista jaksotusta sekä omaa ja toisen yksilön tunnetilaa. Relationaalisena operaationa kyse on sellaisten musiikillisten globaalien yksikköjen ilmaantumisesta, joiden sisäinen järjestys kestomuistissa perustuu relaatioihin.

Ensimmäisiä relaatioita ovat melodian osalta kaarroksen suunnanmuutokset. Alkeellisin melodian kaarroksessa esiintyvä suhde on yksinkertainen ylös-alas -suhde. Rytmisiä relaatioita ovat lyhyiden ja pitkien kestojen vuorottelu, nopean ja hitaan tempon vuorottelu sekä tasavälisen pulssin ylläpitäminen vertaamalla kulloistakin tapahtumakestoa edelliseen. Muotoon liittyviä relaatioita ovat toisto ja muunnos. Relationaalisella kaudella kehittyvät myös intervallit. Intervallisia relaatioita ovat melodiaintervallin suunta (spatiotemporaalinen suhde), kahden yhtäaikaisen sävelen välinen suhde sekä sävelen sijainti oktaavissa. Asteikko syntynee näiden kolmen relaation vähitellen integroituessa. Myös (paikallinen) relatiivinen stabiliteetti-epästabiliteetti on esikouluiässä kehittyvä polaarinen relaatio.

Relationaalisen vaiheen yksitahoisessa osavaiheessa näitä suhteita hallitaan kerrallaan vain yksi, kaksitahoisessa vaiheessa kaksi. Elaboroituneessa vaiheessa suhteita hallitaan useita yhtä aikaa. Yksiköiden sisäisiä suhteita ovat kesto- ja säveltasosuhteet, ja yksiköiden välisiä suhteita ovat kuvioyhdistelmien väliset samanlaisuus-erilaisuus -suhteet kuten toisto sekä suunnan- ja intensiteetin-vaihdokset.



KUVA. 5.2. a) Kuvioiden väliset suhteet (sama-eri; stabiili-epästabiili); b) Kuvion sisäiset temporaaliset suhteet (nopea-hidas; lyhyt-pitkä) c) Kuvion sisäiset säveltasosuhteet (kaarroksen sisäiset suhteet; intervallisuhteet; stabiili-epästabiili).

Operationaalinen lujittuminen (12-18 kk). Lapsi kykenee tarkkaamaan musiikillisen kuvion globaalia hahmoa, mutta ei samalla kuvion sisäistä tai kuvioiden välistä suhdetta.

Yksitahoinen koordinaatio (1,5-2 vuotta). Lapsen tarkkaavuus kohdistuu kahden kuvion (esim. kaarroskuvion) väliseen suhteeseen (toisto tai muutos) tai johonkin kuvion sisäiseen suhteeseen. Laulu voi muodostaa pitkänkin ketjun, jossa kuitenkin seuraavaa tapahtumaa määrittää vain yksi edellinen tapahtuma.

Tarkkaavuus kyetään suuntaamaan intervallin suuntaan tai kokoon. Kiinteästä sijainnista oktaavissa ei vielä voida puhua. Aikaa lapsi kontrolloi joko kohdistamalla tarkkaavuutensa jokseenkin säännölliseen tapahtumien tuottamisnopeuteen (pulssin esimuoto) tai aiheuttamalla muutoksia kuvioiden sisällä pitkien ja lyhyiden kestojen tai nopean ja hitaan tempon välillä. Ajallisen ulottuvuuden suhteista lapsi kykenee tarkkaamaan joko tasavälistä, jatkuvaa ulottuvuutta tai vaihtuvia kestoja kontrolloimalla laulutavuja tai liikettä (ilmiö on analoginen laskemaan oppimisessa tapahtuvalle kohteen nimeämiselle tai koskettamiselle). Lapsi ei erota tempon ja keston vaikutuksia toisistaan.

Kaksitahoinen koordinaatio (2-3,5 vuotta). Lapsi koordinoi operaatiot yksiköiden välillä ja yksikön sisällä. Tarkkaavuus voi nyt kohdistua kaarroksen ja intervallin suuntaan sekä intervallien kokoon tai ajallisiin suhteisiin. Säveltasosuhteet vähitellen vakiintuvat sävelköksi (sävellaji) suppeiden ajallisten jaksojen (kaarroksen skeeman) sisällä. Lapsi siis kykenee muodostamaan paikallisen referenssisävelen, johon vertaa intervallikokoja. Tuloksena tästä on säveltasosuhteiltaan tarkempi melodia. Kaksitahoinen säveltasosuhteiden koordinaatio merkitsee myös, että sävellaji säilyy kahdesta kuviosta koostuvan fraasin sisällä. Nämä kuvioyhdistelmät kuitenkin 'kelluvat' ajassa ja tilassa omine referenssisävelineen. Tästä johtuen sävellaji ei säily fraasista toiseen.

Ajallisen ulottuvuuden alueella monimutkaisempien rytmikuvioiden yhdistely on mahdollista. Keston relatiivisiin suhteisiin perustuvat toistuvat kuviot (esim. sanarytmi ti-ti-taa) muodostavat säännöllisen periodisen rakenteen, joka on monimutkaisempi kuin monotoninen yhden keston toisto. Toistuvien kuvioiden muodostamat periodit eivät vielä koordinoidu jatkuvaan pulssiin, vaan 'kelluvat' ajassa.

Jo ennen kuin sävellaji ja kesto säilyvät palautettavasti yksiköstä toiseen voidaan

yksiköiden välisiä suhteita siis kontrolloida globaalilla tasolla. Toisto-variaatio voi muodostaa alussa kahden fraasin yksikön. Yksinkertaisia transitiivisia suhteita lapsi hallitsee analogisen kartoittamisen[1] avulla, mutta monimutkaisemmat kehittyvät vasta dimensionaalisessa vaiheessa. Niin aikaan kuin sävelikköönkin liittyvässä hierarkiassa ylätason muodostaa kollektiivinen joukko yksikköjä. Sävelikkö on funktioiltaan eriytymätön konteksti. Muoto puolestaan on assosiatiivinen ketju, jossa seuraavan tapahtuman määrää yksinkertaisimmillaan vain yksi edeltävä tapahtuma.

Elaboroitu koordinaatio (3,5-5 vuotta). Aikaisemmin hallitut säveltason ja ajan rakenteet integroituvat monimutkaiseksi relationaaliseksi rakenteeksi. Tämä ilmenee jatkuvan koherentin laulun ilmaantumisena. Lapsi laulaa melodian ja rytmin oikein. Laulun alussa vakiintuneet ajalliset suhteet ja diatoninen sävelikkö säilyvät fraasista toiseen.

Lapsi kykenee tarkkaamaan sekä pulssia että rytmikuvioiden sisäisiä kestosuhteita. Vaiheen lopulla hän kykenee taputtaen abstrahoimaan musiikista pulssin mukaiset aksentit, vaikka kestot olisivat pidempiä kuin pulssin sykäysvälit. Lapsi voi oppia ymmärtämään, että pitkälle kestolle annetaan kaksi taputusta, joista toinen on 'mykkä' (tai kaksi numeroa) ja lyhyelle yksi. Lapsi siis ymmärtää sekä välineellisen ja estävän suhteen. Hän ei kuitenkaan ymmärrä pulssin ylle muodostuvien metristen aksenttien ja fenomenaalisten aksenttien eroa.

Relationaalisessa vaiheessa tuottaminen on vielä lineaarista, sidoksissa horisontaaliseen jatkumoon. Vaiheen lopulla alkaa lapsi kyetä tarkkaamaan kokonaisuutta ja osia yhtäaikaisesti. Relationaalisista rakenteista tärkeitä ovat myös sanojen ja laulun välinen suhde, joka sekin on spontaaneissa lauluissa myös alussa yksitahoinen - sanojen dominoidessa keksimistä laulun laatu kärsii ja päinvastoin, spontaanin laulun sanat voivat koostua yhden tavun rallatuksesta. Opituissa lauluissa sanarytmi sen sijaan voi auttaa lasta kontrolloimaan kestojen muutoksia. Myös soittimien ja musiikkia kuvaavien graafisten esitysten käyttö edellyttävät spesifejä relationaalisia kontrollirakenteita aiheuttaen lisäkuormitteita resursseille musiikin keksinnässä.

---

[1] ks. esim. Goswami 1995.

5.3. Dimensionaalinen vaihe

Relationaalisessa vaiheessa lapsen tarkkaavuus kohdistui kuvioiden välisiin ja kuvioiden sisäisiin suhteisiin. Esimerkiksi käsitys asteikosta perustui keskussävelen ympärille vähitellen muodostuneisiin perättäisiin intervallisuhteisiin melodian kaarroksen sisällä (ks. Davidson 1994). Tästä johtuen myös globaali tonaliteetti käsitettiin kaarroskuvioille yhteisenä säveltasokokoelmana, jossa abstraktit stabiliteettifunktiot eivät olleet eriytyneet (ks. Krumhansl & Keil 1982; Markman 1989). Relatiiviset kestot kyettiin koordinoimaan pulssiin motorisella tasolla, mutta metri ei vielä muodostanut aksenttihierarkiaa. Relationaalisen vaiheen lopulla muodostunut taso toimii referenttitasona dimensionaalisessa vaiheessa. Lapsen tarkkaavuus voi dimensionaalisessa vaiheessa kohdistua tätä tasoa globaalimpiin ja paikallisempiin suhteisiin. Dimensionaalinen vaihe alkaa noin 5 vuoden iästä ja kestää noin 11 vuoden ikään saakka, jolloin lapsi on omaksunut kulttuurilleen tyypilliset musiikilliset perusrakenteet (ks. Gardner 1973; Serafine 1988; Swanwick 1988).

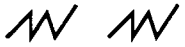
5.3.1. Ajallinen ulottuvuus

Merkittävä muutos rytmin kehittymisessä tapahtuu useiden tutkimusten perusteella noin 5-7 vuoden iässä, jolloin opitaan abstrahoimaan melodiasta kestosuhteille perustuvat rytmikuviot (ryhmittely, pintarytmi) taputtamalla (Hargreaves 1986, 81) sekä pulssi (Davidson, McKernon & Gardner 1983).

Davidsonin & Colleyn (1987, 130-133) mukaan 5-6-vuotiaat muistivat rytmejä helpommin, jos niihin liittyi teksti. 7-vuotiaat kykenivät erottamaan rytmin ja tekstin paremmin. 5-vuotiaista kohdisti tarkkaavuutensa 28% pulssiin, 53% ryhmittelyyn ja 14% molempiin; 6-vuotiaista 48% pulssiin, 28% ryhmittelyyn ja 24% molempiin. 7-vuotiaista jo 75% kykeni tarkkaamaan sekä pulssia että ryhmittelyä.

Bambergerin (1991) mukaan keskeiset rytmin havaitsemisen muodot ovatkin kuviopohjainen (figuraalinen) ja metrinen (formaali). Kuviopohjainen kuvaus tavoittaa muutoksen nopeiden ja hitaiden taputusten välillä sekä rytmisten motiivien toiston. Kestojen puolesta metriset piirrokset ovat tarkempia, sillä

allaoleva pulssi toimii metrisenä mittarina, jota vasten yksittäisten tapahtumien kestot mitataan. Metrinen esitys ei kuitenkaan representoi fraasirakennetta. (Bamberger 1991, 25-29.) Kuviopohjaisen representaation taustalla on ryhmittely ja formaalin taustalla laskemisoperaatio. Lerdahlin & Jackendoffin (1983) teoriassa ryhmittelyrajat ja metristen yksikköjen rajat muodostavat keskenään limittäisiä ja usein konfliktoiviakin rakenteita, joten tältä osin musiikki-analyyttiset ja kehityspsykologiset käsitteet esittävät kaksi samankaltaista keskeistä ulottuvuutta.

5-7 v:	F1		M1	OOOOOOOOOO
8-12 v:	F2	OOooo OOooo	M2	OOooOOOooO
11 v. koul:			M3	

KUVA 5.3. Kuviopohjaisia eli figuraalisia sekä metrisiä eli formaaleja kuvauksia rytmijaksosta (Bamberger 1991).

5-7-vuotiaat saattoivat esittää rytmin joko figuraalisena tai formaalisena. Tässä vaiheessa figuraalinen piirros (F1) käsitti kaksi erillistä motiivista viivakuviota, jossa keston suhteet eivät esity. Lapset saattoivat vieläkin 'soittaa' rytmiä kynän ja paperin avulla, joten heidän metakognitiiviset kykynsä eivät olleet kovin eriytyneet. 5-7 v. metrinen piirros (M1) esittää melodiarytmin iskut tasaisena jonona, joten siinäkään eivät keston suhteet esity, mutta tarkkaavuus kohdistuu erillisten tapahtumien lukumäärään jatkuvan liikkeen sijaan. 8-12-vuotiaiden figuraalisissa (F2) piirroksissa pitkät kestot esittyvät suurina ja lyhyet pieninä ympyröinä, mutta eivät aina, sillä piirros representoi myös tempovaihtelua sekä ryhmittelyä. 8-12 v. formaalit (M2) piirrokset esittävät pitkät kestot isoina ja lyhyet pieninä ympyröinä tulkiten aika-arvoja riippumatta niiden paikasta ryhmittelyssä. Formaalia musiikkikoulutusta saaneen lapsen metrinen notaatio (M3) esittää metrisen pinta- ja syvätason hierarkkisesti. (Bamberger 1991, 46-55.)

Upitis (1987) tutki 7-12-vuotiaiden lasten rytmin jäljittelyä, nuotintamista, figuraalisten ja metristen nuotinnosten tulkintaa, motorista kykyä taputtaa pulssia musiikin mukaan sekä kuulonvaraista kykyä arvioida pulssin yhteensopivuutta melodiaan. Puolet lapsista oli saanut vähintään vuoden verran musiikillista koulutusta, johon sisältyi nuotinlukua. (Upitis 1987, 58-64.)

Upitis löysi samanlaiset tyypit (ikoninen; F1-F2; M1-M3) lasten nuotinnoksista kuin Bamberger. Vastaavat tyypit löytyivät myös numeerisista kuvauksista: Figuraalisessa kuvauksessa lapsi laski kunkin kuvion sisällä olevat tapahtumat (F1), tai merkitsi tapahtumat merkeillä ja aloitti laskemisen alusta merkin vaihtuessa (F2). Laskemiseen perustuvassa metrisessä kuvauksessa (M1) lapsi yksinkertaisesti laski kaikki tapahtumat ja numeroi ne. Kestoon perustuva metrinen (M2) kuvaus esitti kestojen ei-numeeriset suhteet oikein, mutta numeeriset arvot väärin. Todellinen metrinen (M3) kuvaus esitti sekä aika-arvojen hierarkian että numeroimalla iskut iskualoittain. (ibid, 66-67.)

Upitisin (1987) tutkimuksessa lasten piti lisäksi kirjoittaa kuulemaansa kaksijakoiseen melodiaan stemmat kolmelle rumpalille, joista ensimmäisen tuli soittaa nopeasti, toisen keskitempossa ja kolmannen hitaasti. Tämän jälkeen lasten piti yhdistää piirroksensa spatiaaliseen analogiaan melodian pintarytmistä. Figuraalista kuvausta käyttävät lapset yrittivät esittää iskujen periodista muuttumatonta luonnetta, mutta eivät johdonmukaisesti. Metrisen hierarkian eri tasoilla olevat rumpustemmat alistettiin ryhmittelyrajoille. Periodinen kuvaus (M1) tavoitti tasavälisen jatkumon, mutta hierarkian eri tasot eivät ole mitattavissa toisiinsa nähden, vaan ovat limittäin. Proportionaalinen kuvaus (M2) esitti eri metriset tasot suhteessa toisiinsa, mutta vasta todellisessa metrisessä (M3) kuvauksessa metrinen hierarkia suhteutettiin pintarytmiin. (Upitis 1987, 67-69.)

Kyky tuottaa ja lukea figuraalisia ja metrisiä kuvauksia oli iän suora funktio. Ikä vaikutti myös metrisesti kongruenttien iskujen havaitsemiseen ja kykyyn pysyä tempossa. Musiikillinen koulutus vaikutti erityisesti nuotinlukuun ja kykyyn nuotintaa. Musiikillisesti koulutetut pysyivät myös tempossa paremmin. Koulutuksella saattoi olla vaikutusta metrin karkeamotoriseen hallintaan. Suurin osa lapsista, jotka saavuttivat todellisen metrisen kuvauksen tason, olivat koulutettuja. He myös integroivat sujuvasti figuraalisen ja metrisen ja saattoivat vaihtaa kuvaustyyppiä tarpeen mukaan. He käyttivät toisissa tehtävissä figuraalista ja toisissa metristä kuvaustapaa. Musiikillisesti koulutetut olivat kuuntelu- ja motoriikkatesteissä toisia edellä 10 ikävuoteen saakka. Figuraalisen ja metrisen muodon integroijat olivat miltei kaikki vähintään kymmenvuotiaita ja musiikillisesti koulutettuja. (ibid, 70-71.)

7-8-vuotiaat musiikillisesti koulutetut kykenivät lukemaan hyvin figuraalisia kuvauksia, ja tuottivat ikonisia, M1- tai F2-kuvauksia. 8-9-vuotiaat osasivat melko hyvin lukea metristä kuvausta ja hyvin figuraalista. He tuottivat M1- ja F2-kuvauksia. Kolmannen ryhmän muodostivat 10-11-vuotiaat, joista suuri osa oli koulutettuja. He kykenivät integroimaan figuraalista ja metristä kuvausta, ja tuottivat enimmäkseen M2-M3-kuvauksia. 11-12-vuotiaat, jotka koulutuksesta riippumatta omasivat hyvät auraaliset ja motoriset taidot, tuottivat kuvauksia, joissa yhdistyivät F2- ja M3-tyypit. He lukivat sujuvasti kumpaakin kuvaustyyppiä. (Upitis 1987, 72.)

Figuraalinen ja metrinen aspekti kehittyvät rinnakkain. Lapset, jotka kykenivät muodostamaan F2-kuvauksia, ymmärsivät myös metristä kuvausta paremmin kuin F1-tason lapset. Eri muotoja käytettiin tehtävän mukaan. Metrisesti monimutkaisissa tehtävissä kuten kolmijakoisessa epäsymmetrisessä rytmissä metrisesti kehittyneet lapset preferoivat figuraalista kuvausta. Kuulonvaraiset ja motoriset taidot liittyivät vahvasti kykyyn lukea metristä kuvausta. (ibid, 74-75.)

5.3.2. Säveltasoulottuvuus

Toisin kuin 5-vuotiaat, jotka eivät erota mikä viiden nuotin atonaalisessa tai tonaalisessa melodiajaksossa on muutettu, 6-10-vuotiaat havaitsevat muutoksen tonaalisissa jaksoissa paremmin kuin atonaalisissa, ja 12-13-vuotiaat suoriutuvat yhtä hyvin molemmissa (Zenatti 1969). 7-vuotiaat havaitsevat äkillisen sävellajin vaihdoksen tutussa melodiassa ja 8-vuotiaat melodiassa tapahtuvan muutoksen duurista molliin (Imberty 1969). (Dowling 1982, 419-421.) 3-6-vuotiaat sen sijaan erottavat tonaaliset ja 'atonaaliset' variaatiot, jotka on johdettu siirtämällä tutun laulun melodiakuviot tonaaliselle tai ei-länsimaalaiselle vieraita intervallisuhteita sisältävälle asteikolle. Lastenlaulujen tyypillinen uskollisuus yhdelle sävellajille on Dowlingin (1988) mielestä omiaan lisäämään lapsen asteikkorakenteen oppimista. (Dowling 1988, 119-121.)

Säveltason eriytymisen, intervallien ja sävellajikontekstin tunnistamisen lisäksi tonaliteetin kehittyminen on havaittavissa funktionaalisuuden kasvavana ymmärtämisenä. Tonaaliseen liikkeeseen liittyvä funktionaalisuus on aika-sidonnainen ilmiö. Sävellajikeskukseen liittyvä aikasidonnaisuus kehittyy

hitaasti, mikä on osoitettu melodian loppusävelen arviointitestein (Imberty 1969; Krumhansl & Keil 1982). Duurin ja mollin erottaminen on niin ikään melko myöhäinen ilmiö. Imbertyn (1969) ja Gerardin & Gerkenin (1995) mukaan 5-vuotiaat eivät erota duuria ja mollia, kun 8-vuotias jo erottaa (Gerardi & Gerken 1995, 286). Tonaalisen harmonian ymmärtäminen puolestaan asettaa vaatimuksia paitsi tonaalisen liikkeen myös säveltasotapahtumien perättäisyyden ja samanaikaisuuden suhteen.

Krumhansl & Keil (1982) testasivat tonaalisten stabiliteettisuhteiden sisäisen hierarkian muodostumista 6-11-vuotiailla käyttäen ns. probe tone -menetelmää. Koehenkilöiden oli arvioitava, kuinka hyvän melodian lyhyet säveljaksot muodostavat. Jokainen melodioista alkoi neljällä toonikakolmisoinnun sävelellä. Kaksi viimeistä säveltä olivat joko diatonisia tai ei-diatonisia jakautuen kuuteen luokkaan: 1) molemmat toonikoita, 2) molemmat toonikakolmisoinnun säveliä, 3) ensimmäinen sävel muu diatoninen kuin toonikasoinnun sävel, toinen sävel toonikasoinnun sävel; 4) ensimmäinen sävel toonikasoinnun sävel, toinen sävel muu diatoninen sävel, 5) kaksi diatonista säveltä, joista kumpikaan ei ole toonikasoinnun sävel, 6) kaksi ei-diatonista säveltä. (Krumhansl & Keil 1982, 245-247.)

6-7-vuotiaiden mielestä diatoniset sävelet olivat selvästi parempia päätössäveliä kuin ei-diatoniset. Oktaaviekvivalenssi ei vaikuttanut tässä ikäryhmässä, eikä myöskään jakson alkuosan sisältämä toonikakolmisointu. 8-9-vuotiaat valitsivat mieluummin melodioita, jotka loppuivat kahdelle toonikasoinnun sävelelle, kuin melodioita, jotka loppuivat muulle diatoniselle sävelelle. Taipumus erottaa stabiileja rakenteita asteikossa tarkentuu 10-11-vuotiaana, jolloin valitaan mieluummin sellainen jakso, jossa jompikumpi on toonikasävel kuin sellainen, jossa ei ole ollenkaan toonikasäveltä. Tällöin esiintyi lievää taipumusta valita mieluummin sellainen jakso, joka loppui toonikafunktioon. Temporaaliset asymmetriat, jotka olivat aikuisten mittauksissa vahvasti esillä, ovat suhteellisen myöhäinen kehityksessä tapahtuva ilmiö. Kukaan lapsista ei antanut suurempia arvoja oktaavin päässä oleville perussävelille kuin muille toonikakolmisoinnun sävelpareille. Säveltason korkeuden vaikutus löydettiin kaikissa ikäryhmissä. Vain aikuisilla kuulijoilla oktaavin päässä olevat toonikat saivat vahvemmat arvot kuin pienet askeleet. (ibid, 247-249.)

Lamont & Cross (1994), jotka käyttivät sattumajärjestykseen perustuvaa kontekstia asteikkokontekstin sijaan ja vertaisivat sitä kadenssikontekstiin 6-11-vuotiaiden lasten tonaliteetin testissä, saivat samansuuntaisia tuloksia kuin Krumhansl & Keil. Diatonisen ja ei-diatonisen konteksti ero ilmeni jo varhain. Subdominanantilla on jonkin verran muita vahvempi asema sekä sattuma- että kadenssitestissä. Iän myötä toonika, kolmisointu ja diatoninen asteikko selvästi preferoitiin sattumakonteksteista. Kaikki ikäryhmät rakensivat sattuman-varaisessa järjestyksessä olevista kelloista kelloista diatonisen asteikon. (Lamont & Cross 1994, 131-133.)

Imbertyn (1969) mukaan 6-vuotiaat eivät kykene erottamaan tonaalista sulkeutumista, mikä johtuu siitä, etteivät säveltasot ole eriytyneet ajasta. Tapahtumat, jotka seuraavat toisiaan ovat erillisiä, eikä tulevaisuutta pystytä kuvittelemaan. 6,5-7-vuotiaat kykenevät havaitsemaan jakson, josta kadenssi puuttuu, mutta eivät erota täys- ja puolikadenssia eivätkä moduloivaa kadenssia. Tässä vaiheessa kadenssi hahmotetaan rytmisen aksentin avulla. Tulevaisuuden antisipoiminen tulee mahdolliseksi. 8-vuotiaat luokittelivat melodian täydelliseksi, kun ne päättyivät toonikaan täyskadenssin kontekstissa. Puolikadenssiakin saatetaan pitää valmiina, jos melodiassa on asteliike. 8-vuotiaana kyetään muistamaan, mitä esiintyi ennen kadenssia, ja ennakoimaan, mitä sen jälkeen tapahtuu. Tonaaliset funktiot eivät ole kuitenkaan kovin eriytyneet. 10-vuotiaat tunnistavat puolilopukkeen. He kykenevät erottamaan toonika-dominantti-toonika- funktion, ja ennakoimaan dominantin saapumista toonikalle riippumatta ajasta. Alle 10-vuotias kykenee tarkkaamaan melodiaa ja harmoniaa, jos ne ovat yhdenmukaiset. Vasta 10-12-vuotias kykenee kiinnittäään tarkkaavuuden sekä melodiaan että harmoniaan eriytyneesti silloinkin kun ne eivät ole yhdenmukaiset. Temporaalisen palautettavuuden kehittyminen on Imbertyn mukaan edellytys tälle saavutukselle. (Imberty 1981, 110-117.)

Harmoniaa voidaan ajatella paitsi yhtäaikaisten sointujen suhteen myös melodiajaksojen päällekkäisyytenä. Zenatti (1969) soitti lapsille 2-, 3- ja 4-äänisiä fuugia, joiden teema oli lasten hyvin tuntema melodia. Kyky erottaa teema parani suuresti 8-10 ikävuoden aikana, mutta vielä 12-vuotiailla oli joissakin olosuhteissa vaikeuksia. (Hargreaves 1986, 92.)

5.3.3. Musiikin keksiminen

Tähän mennessä tutkimuksia on tehty kouluikäisten lasten keksimisprosesseista (Kratus 1989; Laske 1979; Wilson & Wales 1995; Wiggins 1994) sekä keksimisen tuotteessa ilmenevästä musiikillisesta kehityksestä (Swanwick & Tillman 1986; Wilson & Wales 1995, Ahonen 1996; Wiggins 1994, 1995) joko yleisellä tasolla tai tarkemmin tiettyihin osa-alueisiin keskittyen.

Swanwick ja Tillman (1986) havaitsivat, että 5-8-vuotiaiden tuotoksissa ilmenevät kulttuurille tyypilliset musiikilliset rakenteet. Fraasit ovat yleensä kahden, neljän tai kahdeksan tahdin mittaisia ja järjestyvät metrisesti säännönmukaisiksi. Synkopaatiota, rytmistä ja melodista ostinatoa sekä sekvenssejä aletaan tuottaa. 9-11-vuotiaiden tuotoksissa ilmenee siirtymistä uudelle kehitystasolle: Keksimistoiminta on tutkivaa, ja rakenteisiin luodaan yllätyksiä, kontrasteja ja muunnelmia. Yllätykset eivät ole aina tyyliin sopivia. Pulssin ja fraasirakenteen selkeys saattaa tällöin kärsiä. Yksi ensimmäisistä tavoista rakentaa yllätys on keksiä poikkeava lopetus kappaleelle, jossa on ensin vakiinnutettu jotkin säännöt. (Swanwick 1991, 22-32.)

Wilsonin ja Walesin (1995) testissä 6-10-vuotiaat lapset keksivät musiikkia tietokoneen näytön varassa. Isommat lapset keksivät monimutkaisempia kappaleita kuin nuoremmat. 88% lapsista keksi kaksiosaisen kappaleen, eikä osien määrä lisääntynyt koulutuksen myötä. Koulutusta saaneiden lasten kappaleet olivat rytmisesti monimutkaisempia. (Wilson & Wales 1995, 94-109.)

Wilson ja Wales havaitsivat kolme kehitystasoa melodian kaarroksen, tonaliteetin, rytmin ryhmittelyn sekä metrin suhteen. Melodisen ja rytmisen kehityksen vaiheista ensimmäisessä ei lapsen tuotoksessa ollut havaittavissa melodian kaarrosta eikä rytmin ryhmittelyä, vaan musiikki syntyi suhteessa visuaaliseen esitykseen näytöllä. Toisessa melodian kehitysvaiheessa sävelet ryhmittyvät kaarrokseksi, jolle olivat ominaisia askeleet ja pienet hypyt. Toinen rytmisen kehityksen vaihe ilmeni figuraalisena ryhmittelynä, jonka pohjana ei ollut metriä. Kehittyneimmissä melodioissa oli keskussävel, ja rytmeissä puolestaan figuraalisen ryhmittelyn lisäksi pulssi. (Wilson & Wales 1995, 101-102.)

Wilson & Wales olettavat, että lasten prosessit olisivat ilmentäneet metrin ymmärtämistä, jos motorinen tuottaminen olisi ollut mahdollista sen sijaan että he työskentelivät tietokoneen näyton varassa. (ibid, 107-108.)

Ahonen (1996) testasi 7-12-vuotiaiden lasten musiikillisen tietämyksen kehittymistä kysymys-vastaus -tyyppisin melodian täydennystehtävin. 'Kysymykset' olivat neljän tahdin mittaisia tasa- tai kolmijakoisia melodiajaksoja, jotka olivat joko duurissa, mollissa tai kromaattisia. Ne olivat myös metrisesti selkeitä ja kaavamaisia[1] . (Ahonen 1996, 152-153.)

Tärkein kehitykseen vaikuttava tekijä oli ikä. Vastaukset heijastivat kysymysten symmetristä muotoa; lyhyt kysymys sai lyhyen ja pitkä pitkän vastauksen. Kysymys ja vastaus muodostivat parillisen säerakenteen. Neljän tahdin mittainen säerakenne oli yleisin muoto jo 7-vuotiailla. 9-vuotiaiden lasten vastaukset olivat lähes yhtä pitkiä kuin aikuisten vastaukset. Sävelten määrä oli sidoksissa säerakenteeseen, joten muutokset sävelmäärissä liittyivät uuden hierarkkisen tason kehitykseen. Myös liitosintervallin valinta osoitti jo nuorimmissa kyvyn ymmärtää täydennys alkuosan jatkoksi. (ibid, 214-219.)

7-vuotiaista 25% päätti duurisävellajissa vastauksen toonikalle. Yhtä vahvoja olivat asteikon toinen ja seitsemäs aste. 9-vuotiaista 40% lopetti toonikalle. Aikuisista kaksi kolmasosaa preferoi toonikaa. Mollisävellajeissa toonikaa preferoitiin jo alkumittauksessa. Dominantin kanssa yhdenveroisia olivat toinen ja alennettu seitsemäs aste. Mollitehtävässä oli lisäksi varaa useammalle tonaaliselle tulkinnalle. (Ahonen 1996, 219-222.)

Metri ohjasi voimakkaasti suorituksia 7 vuoden iästä lähtien. Ero 9-vuotiaiden ja aikuisten välillä ei ollut enää kovin suuri. Harjoituksen vaikutus oli havaittavissa metrisessä kehityksessä. Poikkeamat metristä olivat joko muutoksia tasajakoisesta kolmijakoiseksi tai muutoksia metrisesti epäsäännöllisiksi. Ensin mainittu oli yleisempää isompien ja viimeksi mainittu pienempien ryhmässä. (ibid, 224.)

[1] Meyerilainen lineaarinen, kolmisointupohjainen ja gap fill -arkkityyppi (Ahonen 1996, 153).

Noin 7-vuotiailla on monipuolinen musiikillisten kuvioiden mielikuvavarasto, mutta he eivät kykene työstämään[2] tuotettaan paikallisilla tasoilla hukkaamatta globaalimpaa päämäärää. Myöskään globaalia päämäärää ei vielä kyetä kovin hyvin ennakoimaan. Temaattinen transformointi on harvinaisempaa kuin sattumanvarainen kokeilu. 9-vuotiaat kykenevät työstämään materiaalia paikallisilla tasoilla hukkaamatta tavoitetta, mikä ilmenee lineaarisena tuottamisprosessina. 10-11-vuotiaiden luonnostelu on systemaattista. He kykenevät suuntamaan tarkkaavuutensa referentin tason lisäksi sekä yksittäisten sävelten muodostamille paikallisille tasoilla sekä tulevaisuudessa olevaan globaaliin päämäärään. (Kratus 1989; Laske 1979; Wiggins 1994; Wilson & Wales 1995.)

Lasken mukaan lapset kykenevät 10-vuotiaasta asti tarkkaamaan kahta riippumatonta parametria (säveltaso, aika) ja kolmea syntaktista ulottuvuutta (melodia, harmonia, rytmi) (Laske 1979, 218).

Kratus (1989, 18), Wiggins (1994, 239-242; 1995, 60-70) ja Ahonen (1996, 190) ovat sitä mieltä, että työstämiseen vaikuttaa oppiminen. Lapset oppivat tuottamaan temaattisia transformaatioita ja organisoimaan tuottamisensa niin, että suhteuttavat kokonaisuutta ja yksityiskohtia keksimisprosessin kaikissa vaiheissa.

Kratus (1985) analysoi 5-13-vuotiaiden keksimissä lauluissa esiintyviä rytmi- ja melodiakuviotyyppejä[3]. 5-vuotiaat käyttivät yksinomaan melodisen motiivin toistoa. 7-vuotiailla esiintyi runsaan toiston lisäksi transpositiota. 9-vuotiailla toisto oli vähentynyt, transpositio lisääntynyt, ja inversio ilmaantui orastavana. 11-vuotialla transpositiota ja toistoa oli yhtä paljon; inversio taas oli runsaasti lisääntynyt. 13-vuotiailla toiston määrä väheni, samoin inversion. (ibid, 5-7.)

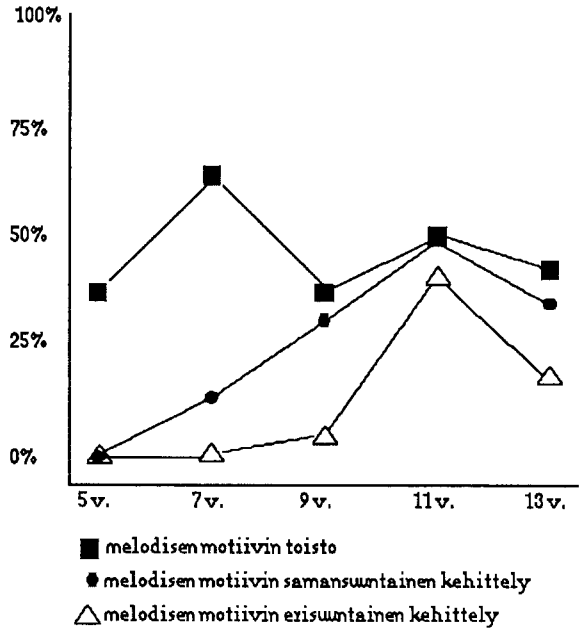
---

[2] Kratusin (1989) mukaan 7-11-vuotiaiden lasten keksimisprosessit sisältävät tutkimista, kehittelyä ja toistoa. (Kratus 1989, 7.) Tutkiminen vastaa Wallasin valmisteluvaihetta, kehittely kypsymisvaihetta ja toisto todentamisvaihetta (Kratus 1989, 17). Prosessit vastaavat myös Heinosen (1995) ideoivaa, jäsentävää ja täydentävää luonnostelua. Wiggins (1995) havaitsi, että 11-vuotiaat tuottavat prosessin lopussa jopa siirtymätaitteita, jollainen on aikuisen säveltäjän täydentävälle luonnostelulle tyypillistä Heinosen (1995) mukaan.

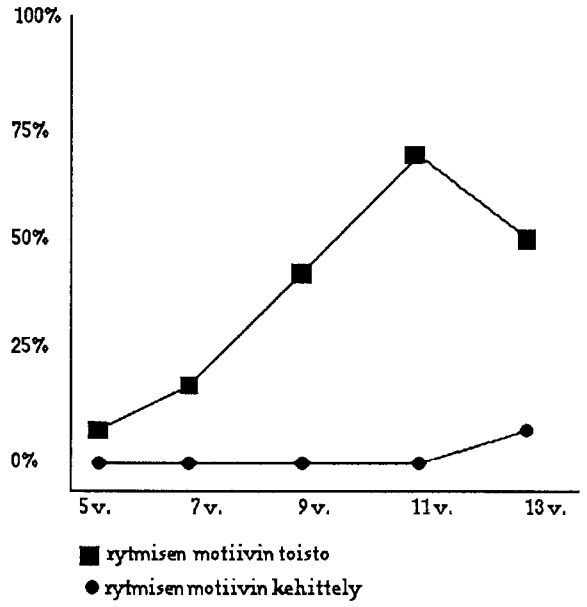
[3] Lapset pelasivat kosketinsoittimella jäljittelypelejä, joissa piti käyttää askelliiketta, hyppyjä ja säveltoistoa. Tämän jälkeen piti keksiä laulu käyttäen valkoisia koskettimia, ja aloittaen sävelillä C-D-E (motiivinen materiaali). Motiivi määriteltiin 2-5 säveltä pitkäksi kuvioksi, joka kuullaan kokonaisuutena. (Kratus 1985, 2.)

Rytminen motiiviajattelu näytti kehittyvän myöhään. Rytminen toisto ei ollut nuorimpien lauluissa luonteenomaista mutta lisääntyi voimakkaasti ikävuosina 5-11. Kratus olettaa syyksi, että hienomotoriset taidot ovat vasta kehittymässä. Testissä käytetty kosketinsoitin saattoi myös vaikuttaa niin, että lapset preferoivat säveltasoajattelua. Rytmistä kehittelyä käytti vain yksi 13-vuotias. (Kratus 1985, 6.)

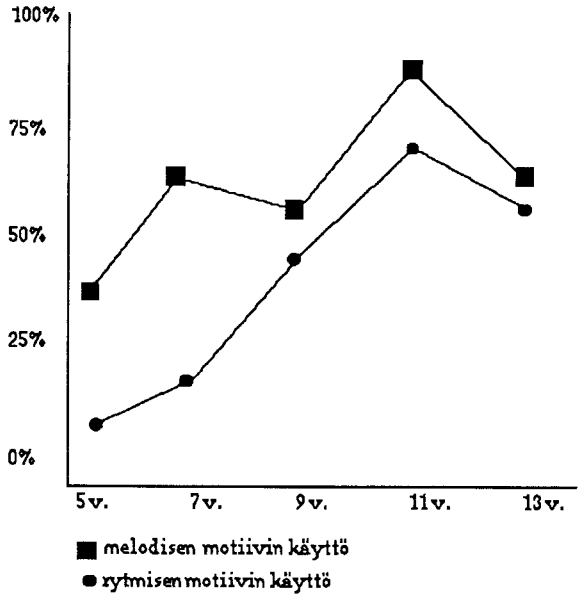
Kuvista 5.4.-5.6. (s. 105-106) käy ilmi, että 5-vuotiaista 5% osoitti rytmistä ja 37% melodista motiiviajattelua. 7-vuotiaista 18% osoitti rytmistä ja 62% melodista motiiviajattelua. 9-vuotiaista 40% osoitti rytmistä ja 55% melodista motiiviajattelua. 11-vuotiaista 69% osoitti rytmistä ja 88% melodista motiiviajattelua.



KUVA 5.4. Melodinen motiiviajattelu ikävuosina 5-13 (Kratus 1985).



KUVA 5.5. Rytminen motiiviajattelu ikävuosina 5-13 (Kratus 1985).



KUVA 5.6. Melodisen ja rytmisen motiivin käyttö ikävuosina 5-13 (Kratus 1985).

Wiggins (1994, 1995)[4] tutki, kuinka musiikin keksimisprojektin tuottama harjaannus vaikututtaa musiikillisen muodon ymmärtämiseen 11-12-vuotiaana. Ennen harjaannusta temaattisen materiaalin keksiminen oli helpompaa kuin laajempien kokonaisuuksien rakentaminen temaattisista aineksista (Wiggins 1995, 70). Harjoituksella on raportoinnista päätellen merkittävä vaikutus keksimiseen:

Lapset kommentoivat alussa muotoa ja tekstuuria sekä tyyliä tai tunnelmaa. Tämän jälkeen he kehittivät melodia- ja rytmimotiiveja. Melodian valmistuttua he keksivät säestyksen. Kommentit osoittivat, että harmonia käsitettiin 'taustaksi'. (Wiggins 1994, 239-242; Wiggins 1995, 60.) Projektin keskivaiheilla alettiin tuottaa pidempiä ajallisia rakenteita muodostamalla teemoista laajempia suunnitelmia. Projektin lopulla keksittiin eri osien välille siirtymätaitteita. Ajallisten rakenteiden hallinta ilmeni myös metristen iskujen korostuksina ja rytmikuvioiden improvisointina metriseen kehykseen. Tonaalinen keskus tunnistettiin eksplisiittisesti. Toonika-dominantti-funktio kyettiin transponoimaan sävellajista toiseen. Syntaktisista ulottuvuuksista rytmin, melodian ja harmonian vaikutuksia kyettiin tarkkaamaan samalla kertaa ja joustavasti. Temaattisia operaatioita kyettiin tuottamaan, ja jopa kokeilemaan polyfonisia versioita melodioista. Teeman abstrahoiminen kaanonista oli mahdollista useiden kuuntelukertojen jälkeen. (Wiggins 1995, 62-70.) Näyttää siltä, että syntaktisten ulottuvuuksien abstrahointi moniäänisessä tekstuurissa edellyttää konkreettista yhdistelyä, kokeilua ja harjoitusta.

Yhteenvetona Casen teoriaan voidaan sanoa, että 7-vuotiaan keksimisprosessi on enemmän pintasuuntautunut ja tiedonkäyttönä edustaa tutkimista. Strategia on tällöin joko sattumanvarainen tai sitten automatisoitunut motorinen malli. Iän myötä harjoitusta karttuu, ja strateginen tieto lisääntyy, joten prosessi voi muuttua enemmän syväsuuntaiseksi, ja muistuttaa ongelmanratkaisua.

---

[4] Tutkimus oli case study: erityistarkastelun kohteeksi valittiin kaksi 'tyypillistä' lasta. Wigginsin mukaan kohteena oleva lapsi edusti tyypillistä mutta hyvää tasoa; myös toisen kohdelapsen kehitys oli pääkohdiltaan samanlaista. Kaiken kaikkiaan kokeiluun osallistuneiden lasten kyky käyttää ideoitaan parani, samoin kyky organisoida omia ideoita suhteessa toisten ryhmän jäsenten ideoihin. (Wiggins 1995, 71.)

5.3.4. Yhteenveto: musiikilliset dimensionaaliset kontrollirakenteet

Musiikilliset dimensionaaliset kontrollirakenteet kehittyvät samaan tapaan hierarkkisesti relationaalisista kuin relationaaliset sensomotorisista. Monimutkaiset relationaaliset rakenteet lujittuvat 3,5-5 vuoden iässä. Kun nämä puolestaan alkavat koordinoitua, tapahtuu muutos relationaalisesta dimensionaaliseen. Relationaalisen vaiheen lopulla kuvioiden väliset ja kuvioiden sisäiset suhteet muodostavat musiikin lineaarisen, fraasista toiseen jatkuvan pintatason, joka toimii referenttitasona dimensionaalisessa vaiheessa. Kehitystä tapahtuu referentiltä tasolta kohtia paikallisempia ja globaalimpia tasoja, kunnes nämä muodostavat yhtenäisen hierarkkisen jatkumon. Musiikin lineaarinen pinta voidaan osittaa ensinnäkin paikallisiksi, säveltason käsittäviksi tapahtumiksi, jotka ovat käsitettävissä riippumattomina ajallisesta järjestyksestä. Voidaan puhua sävelluokkien muodostamasta asteikosta. Pinnan osittumiseen liittyy metristen osajakojen ja ryhmittelyn koordinoiminen. Toisaalta tapahtumahierarkia laajenee kohti globaalimpia tasoja. Kokonaisuus voi koostua useammasta fraasista ja useammasta metrisestä tasosta. Kuviopohjaista ja abstraktia järjestystä kyetään vähitellen koordinoimaan; melodiaa opitaan tarkastelemaan paitsi kuvioiden (kaarros, fraasi) ja perättäisten intervallien muodostelmana myös abstraktina asteikkona funktioineen. Sävellajien välisiä suhteita aletaan kontrolloida paikallisissa soinnuissa ja ajallisesti pidemmissä jaksoissa, melodisessa ja harmonisessa ulottuvuudessa. Tällöin paikallisen ja globaalin stabiliteetin väliset erot asettavat haasteen.

Musiikissa dimensionaalinen konflikti[1] liittyy musiikin hierarkkisuuteen. Kun konfliktoivia tekijöitä aletaan ymmärtää, kulttuurimme musiikissa keskeisiä jännite-resoluutio -rakenteita kyetään tuottamaan.

---

[1] Dimensionaaliset osavaiheet ilmenevät Casen mukaan seuraavanlaisin testein: 1) Esidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi erottuvassa riippumattomassa muuttujassa hyvin suuri ero ja vähemmän erottuvassa muuttujassa eroa ei ollenkaan. 2) Unidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi riippumattomassa erottuvassa muuttujassa on pieni ero ja vähemmän erottuvassa muuttujassa ei lainkaan eroa. 3) Bidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa selvästi erottuvassa riippumattomassa muuttujassa ei ole lainkaan eroa ja vähemmän erottuvassa pieni ero. 4) Integroidut bidimensionaaliset ongelmat ovat sellaisia, joissa kummassakin muuttujassa on pieni ero, ja nämä kaksi muuttujaa toimivat vastakkaisiin suuntiin *(dimensionaalinen konflikti)*. (Case 1992, 350.) Vähemmän erottuva muuttuja hierarkkisissa rakenteissa on usein syvätaso ja selvemmin erottuva puolestaan pintataso. Musiikin hierarkkinen kehitys keskilapsuudessa etenee kuitenkin kohti sekä absoluuttista pintaa että syvätasoa.

Tonaalisen musiikin jännite-resoluutio -rakenteet perustuvat nimenomaan hierarkkisten tasojen erisuuntaisia vaikutuksia. Lerdahl & Jackendoff (1983) erottavat ilmiötä käsitellessään saman- ja erivaiheiset rytmiset rakenteet sekä tonaaliset kongruentit/ei-kongruentit rakenteet (Lerdahl & Jackendoff 1983, 123). Erivaiheisuuden ymmärtäminen edellyttää metrisen hierarkian kehittymistä. Ei-kongruentin tapahtuman tuottaminen edellyttää aikavälireduktion tapaista hierarkkista kehitystä. Jos hierarkkisia tasoja on kaksi, ei-kongruentti rakenne voidaan periaattessa tuottaa. Kehityspsykologisessa mielessä stabiliteetin kehittyminen on riippuvainen siitä, kuinka laaja on ajallinen hierarkia, jossa stabiliteettioloista voidaan tehdä havaintopohjaisia päätelmiä. Jos ajallinen hierarkia rajoittuu paikallisille tasoille - 2-4 fraasia on vielä tyypillinen lapsen ajallinen kokonaisuus - pätevät keksimisessä tuon mittaiselle jaksolle tyypilliset stabiliteettiolot.

Operationaalinen lujittuminen (4-5 v.)

Säveltasot ovat vakiintuneet, mutta eivät ole muodosta ajallisesta jatkumosta riippumatonta suhdejärjestelmää, minkä vuoksi sävellajista toiseen transponointi on vielä mahdotonta (Dowling 1982). Lapsen käsitys asteikosta perustuu keskussävelen ympärille vähitellen muodostuneisiin perättäisten intervallien suhteisiin melodian kaarroksen sisällä (Davidson 1994). Melodian kaarroksen skeema edustaa musiikin kuviopohjaista järjestymistä. Tästä johtuen myös globaali tonaliteetti käsitetään kaarroskuvioille yhteisenä säveltasojen kokoelmana. Paikallisilla tasoilla lapsi kykenee tarkkaamaan perättäisten intervallisuhteiden lisäksi relatiivista stabiliteettia: stabiiliksi koetaan mikä tahansa korostunut tapahtuma.

Rytmin kuviopohjainen tuottaminen sekä tasavälisen pulssin tuottaminen on ollut mahdollista relationaalisella kaudella. Relatiiviset kestot kyetään myös koordinoimaan pulssiin (Davidson, McKernon & Gardner 1981). Metri ei kuitenkaan ole vielä kehittynyt tätä yksinkertaista rakennetta pidemmälle. Lapsi ei oletettavasti erota metristä aksenttia muista korostuneista tapahtumista, aivan kuten hän ei erota abstraktia tonaalista stabiliteettiakaan.

Yksitahoinen koordinaatio (5-7 v.)

Lapsi kykenee tarkkaamaan yhtä hierarkkista suhdetta. Tämä merkitsee sitä että globaali säveltasokokoelma on käsitettävissä yksittäisten, ajasta riippumattomien sävelten sarjaksi. Sävelten järjestys ei ole enää sidoksissa lineaariseen kuvioiden muodostamaan pintaan, vaan niillä on oma intervallinen asteikkonsa (Dowling 1982). Stabiliteetti ei ole kuitenkaan kehittynyt diatonisen asteikon sävelten kesken (Krumhansl & Keil 1982), mikä aiheuttaa sen, ettei sävellajien välisiä suhteita kyetä tarkkaamaan samalla kun intervallisuhteita. Paikallisten säveltasosuhteiden työstäminen on mahdollista vain annetun sävellajin sisällä. Sävellajit lapsi voi erottaa ainoastaan globaalin vaikutelman perusteella, eli kun on kyse tarpeeksi kaukaisista sävellajeista. Lapsi ei kykene koordinoitumaan sävellajivaihdoksiin, ei ymmärrä tonaalista liikettä, eikä esimerkiksi kykene koordinoimaan säestyssoinnun tonaliteettia melodian globaaliin tonaliteettiin - harmonia on kehittymätön. Ajallisessa ulottuvuudessa lapsi kykenee tarkkaamaan metristä aksenttia pulssin yllä, ja alkaa hahmottaa tahtilajeja. Hän ei samanaikaisesti kykene tarkkaamaan ryhmittelyä eli rytmikuvioiden muodostamaa rakennetta (Bamberger 1991; Upitis 1987).

Kaksitahoinen koordinaatio (7-9 v.)

Lapsi kykenee tarkkaamaan kahta hierarkkista suhdetta, mutta ainoastaan jos näiden vaikutukset ovat samansuuntaiset. Lapsi kykenee tarkkaamaan sekä sävellajia että asteikon sisäisiä suhteita, mutta lähisävellajit voivat vielä aiheuttaa sekaannusta, sillä niillä on yhteisiä säveliä (Dowling 1982). Tämä johtuu osaltaan stabiliteetin kehittymättömyydestä: lapsi ymmärtää toonika-kolmisoinnun sävelet toisia asteikon säveliä stabiilimpina, mutta muut funktiot eivät ole kehittyneet (Krumhansl & Keil 1982). Tonaalista liikettä aletaan ymmärtää globaalilla tasolla (Imberty 1981). Koska stabiliteettifunktiot eivät ole täysin eriytyneet, harmonia järjestyy paikallisten melodiaintervallien mukaan. Metrinen rakenne voi olla jo useamman tahdin mittainen, mikä edesauttaa lasta ennakoimaan tonaalista liikettä globaalilla tasolla stabiililta epästabiilimpaan ja takaisin. Metriä ja ryhmittelyä kyetään koordinoimaan vain samavaiheissa rytmeissä (Bamberger 1991; Upitis 1987).

Elaboroitu koordinaatio (9-11 v.)

Viimeisessä osavaiheessa lapsi oppii koordinoimaan kahta tai useampaa hierarkkista, keskenään konfliktoivaa suhdetta, mikä merkitsee dimensionaalisen konfliktin ratkaisemista. Lapsi kykenee tarkkaamaan kahta tai useampaa hierarkkista tasoa kahden tai useamman syntaktisen ulottuvuuden suhteen integroidusti. Lapsi kykenee tarkkaamaan sävellajia ja asteikon sisäisiä suhteita eriytyneemmin. Tästä seuraa, etteivät lähisävellajit enää sekoitu keskenään, ja harmoniaa aletaan käsittää sävellajien välisenä suhteena, ei enää vain melodiaintervalleista käsin. Lapsi kykenee erottamaan toonika-dominantti-toonika -funktion ja transponoimaan sen (Imberty 1981; Wiggins 1994, 1995). Melodiasävelten ei tarvitse olla yhdenmukaisia harmoniapohjan kanssa. Paikallisempaa ja globaalimpaa tonaalista liikettä kyetään tarkkaamaan, sillä stabiliteetissa käsitetään useampia asteita. Ajallisessa ulottuvuudessa metrin ja ryhmittelyn erivaiheisuutta kyetään tarkkaamaan (Bamberger 1991; Upitis 1987).

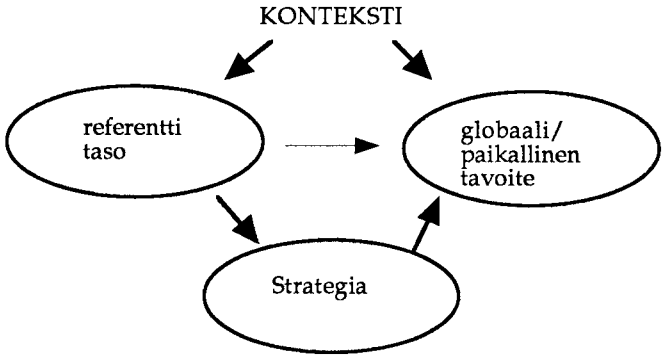
Mikäli kaikki mahdolliset suhteet ovat kehittyneet, lapsi kykenee keksimään kappaleen, jossa ryhmittely ja metri ovat erivaiheisia, jossa melodia ei ole tonaalisesti yhdenmukainen allaolevan harmonian kanssa, ja jossa tonaliteetti kehittyy ajan suhteen paikallisemmalla ja globaalimmalla tasolla erisuuntaisesti.

5.4. Yhteenveto

Musiikillisen kehityksen saavutuksia on usein rinnastettu Piaget'n teoriaan, mutta siltaa eri alueiden välille ei ole voitu rakentaa Piaget'n mekanismin avulla. Piaget ei koskaan selittänyt, kuinka siirtyminen esioperationaalisesta vaiheesta konkreettien operaatioiden vaiheeseen tapahtuu, vaan vain kuvasi sitä. Casen mekanismin avulla voidaan sitä vastoin ymmärtää, kuinka siirtyminen vaiheesta toiseen tapahtuu - kuinka edellisen vaiheen saavutukset muodostavat hierarkkisen pohjan seuraaville. Casen ja Piaget'n teorioiden ero voidaankin ehkä selvimmin havaita juuri pohdittaessa siirtymää esikouluiän musiikillisista rakenteista kouluiän rakenteisiin.

Musiikilliseen informaatioon kohdistuvat toimeenpanevat kontrollirakenteet (kuva 5.7, s. 112) voidaan kuvata rakenteeltaan samanlaisiksi kuin esimerkiksi

kielelliseen tai loogis-matemaattiseen ajatteluun liittyvät kontrollirakenteet (ks. myös s. 39-40). Musiikilliset sisällöt ovat musiikilliselle tietämysalueelle spesifejä, mutta ajattelu rakentuu useilla alueilla samalla tavalla. Kuten Case olettaa, samanlainen kehitysmekanismi pätee useilla tietämysalueilla. Musiikillisen kehityksen tutkimusten tarkastelu osoittaa, että tämä näyttää pitävän paikkansa myös tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen kehityksen suhteen.



KUVA 5.7. Musiikillinen kontrollirakenne Casen (1985) ja Jonesin (1992) näkemyksiä soveltaen.

Lyhytkestoisen muistin ja tarkkaavuuden kohdistumisen ilmiöt ovat kehityspsykologisessa mielessä oleellisia. Lapsen kulloinenkin representaatio muodostaa aina referentin tason uutta kohdetta tarkatessa. Tämä uusi kohde voi olla referenttiin tasoon nähden joko laajempi tai yksityiskohtaisempi. Kontrollirakenteen sisältö on oppimistilanteelle ja kehitysvaiheelle spesifi.

Sensomotorisessa kehitysvaiheessa (4-18 kk) lapsen referentin tason voi muodostaa joko musiikin kuulonvarainen representaatio, johon lapsi pyrkii motorisen ääntelymallinsa avulla, tai ääntelymalli jonka tuloksena syntyvää kuulovaikutelmaa lapsi tarkkaa. Globaalia tasoa tällöin edustaa ulkoisen kohteen ja sisäisen mallin koordinoiminen. Paikallista tasoa edustaa jonkin yleisen musiikin parametrisen muutoksen kontrollointi jäljittelyssä tai esimusiikillisessa tuotannossa. Globaalin ja paikallisen tason yhtäaikainen tarkkaaminen onnistuu viimeisessä osavaiheessa, jolloin lapsi kykenee tarkkaamaan useampaa yleistä parametrista muutosta samassa toiminnossa.

Tämä määrällinen muutos ilmenee laadullisena muutoksena: lapsen tarkkaavuuden kohteena voi nyt olla musiikillinen kuvio.

Relationaalisessa kehitysvaiheessa (1,5 - 5 v.) lapsen referentin tason muodostaakin musiikillisen kuvion havaitseminen ja tuottaminen. Kuvioiden väliset suhteet edustavat globaalia ja kuvioiden sisäiset suhteet paikallisia päämääriä. Tarkkaavuuden kohdistuessa kuvioyhdistelmiin vaiheen alussa säveltaso huojuu ja ajallisilla kestoilla ei ole kiinteää referenssiä. Muoto on usein assosiatiivinen ketju tai sikermä eli kokoelma.

Lapsi ymmärtää kuvion globaalin kaarroksen ja kykenee tuottamaan samanlaisen/erilaisen kaarroksen (kaarroskuvioita on vaiheen alussa tavallisesti kaksi). Hän myös saattaa korostaa toisia kuvioita enemmän esim. intensiteetin tai nopeuden lisäyksellä. Paikallisella tasolla (kuvion sisällä) lapsi kykenee muodostamaan referenssisävelen tai -keston. Referenssisäveleen hän vertaa melodiaintervallien suhteita, jotka voidaan myös käsittää melodian kaarroksen eriytyneemmäksi hallinnaksi. Hän myös ymmärtää joidenkin kuvion sisäisten tapahtumien olevan toisia korostuneempia[2].

Kuvioiden välisten ja sisäisten relaatioiden koordinoituessa lapselle muodostuu kiinteä referenssisävel (sävellajikeskus), kiinteä käsitys melodiaintervalleista sekä kiinteät pitkän ja lyhyen keston luokat, jotka kyetään koordinoimaan pulssiin. Lapsen käsitys merkittävistä tonaalisista ja metrisistä tapahtumista ei ole kuitenkaan täysin hierarkkinen. Tonaalinen konteksti on rakenteena kokoelma, eivätkä abstraktit stabiliteettifunktiot ole vielä eriytyneet. Lapsi ei myöskään erota metristä aksenttia muista korostuneista tapahtumista, vaikka ymmärtääkin jo periodisuutta ja jatkuvuutta.

Dimensionaalisessa kehitysvaiheessa (5-11 v.) musiikkiin kehittyvätkin hierarkkiset suhteet. Relationaalisessa vaiheessa kehittynyt musiikin lineaarinen pintataso toimii referenttitasona tarkkaavuuden kohdistuessa eriytyneempiin pinnan suhteisiin sekä globaalimpiin syvärakenteisiin. Määrällinen muutos ilmenee jälleen laadullisena muutoksena kehityksessä.

---

[2] Lerdahlin & Jackendoffin (1983) termein lapsi erottaa fenomenaalisen aksentin; Krumhansl (1990) käyttää säveltason merkittävyydestä puhuessaan tällöin käsitettä relatiivinen stabiliteetti.

Aluksi lapsi kykenee tarkkaamaan yhtä hierarkkista suhdetta. Tämä merkitsee sitä että globaali säveltasokokoelma on käsitettävissä yksittäisten, ajasta riippumattomien sävelten asteikoksi. Sävellajien välisiä suhteita ei kyetä tarkkaamaan intervallisuhteiden kanssa. Sävellajin lapsi erottaa globaalin vaikutelman perusteella, ja harmonia on kehittymätön. Lapsi kykenee tarkkaamaan metristä aksenttia pulssin yllä, ja alkaa hahmottaa tahtilajeja, mutta ei samanaikaisesti kykene tarkkaamaan ryhmittelyä.

Tämän jälkeen kahden samansuuntaisen hierarkkisen suhteen tarkkaaminen tulee mahdolliseksi. Lapsi kykenee tarkkaamaan sekä sävellajia että asteikon sisäisiä suhteita, mutta lähisävellajit aiheuttavat sekaannusta. Lapsi ymmärtää toonikakolmisoinnun sävelet toisia asteikon säveliä stabiilimmiksi. Harmonia järjestyy vielä paikallisten melodiaintervallien mukaan. Lapsi ennakoi tonaalisen liikkeen globaalilla tasolla stabiililta epästabiilimpaan ja takaisin, mutta ei samaan aikaan paikallisia stabiliteettioloja. Metriä ja ryhmittelyä kyetään koordinoimaan vain samavaiheissa rytmeissä.

Dimensionaalisen konfliktin ratkaiseminen merkitsee erisuuntaisten hierarkkisten suhteiden tarkkaamista samassa toiminnossa. Lapsi kykenee tarkkaamaan sävellajia ja asteikon sisäisiä suhteita: harmoniaa aletaan käsittää sävellajien välisenä suhteena, ei enää vain melodiaintervalleista käsin. Lapsi kykenee erottamaa toonika-dominantti-toonika -funktion ja transponoimaan sen. Melodiasävelten ei tarvitse olla yhdenmukaisia harmoniapohjan kanssa. Paikallisempaa ja globaalimpaa tonaalista liikettä kyetään tarkkaamaan, sillä stabiliteetissa käsitetään useampia asteita. Metrin ja ryhmittelyn erivaiheisuutta kyetään tarkkaamaan.

Spontaanin laulun ja musisoinnin voidaan sanoa olevan universaalia relationaalisessa kehitysvaiheessa. Lapsi harjoittaa keksimisen taitoja useimmiten aivan itsestään leikin keskellä. Kouluikään saavuttaessa uudet taidot vaativat harjoitusta, jota ei tutkimusten perusteella ole tasaisesti tarjolla dimensionaalisessa kehitysvaiheessa. Koululaiset eivät enää yhtä spontaanisti harrasta keksimistä. He tarvitsevat siinä ohjausta siinä missä muillakin kouluopetuksen piirissä olevilla alueilla.

Tulokset kouluiän musiikillisista saavutuksista ovat monensuuntaisia siksi, että erilaisissa tehtävissä tarkkaavuus suuntatutuu eri tavoin. Davidson & Colley (1987, 114-115) ja Upitis (1987, 58) korostavat, että esimerkiksi nuotintamistehtävät asettavat erilaisia vaatimuksia kuin musiikin havaitseminen, tuottaminen ja mieleen palauttaminen. Tutkittaessa keksimistä on otettava huomioon, että esimerkiksi tietokoneen liian abstrakti käyttö saattaa aiheuttaa lisäkuormitteita lyhytkestoiselle muistille. Varhaisempien strategioiden käyttöä, kuten musiikin sensomotorista tuottamista, ei tulisi niin ikään estää.

Mikäli kouluikäisellä lapsella ei ole ollenkaan kokemuksia musiikin keksimisestä esikouluiän spontaanin vaiheen jälkeen, hänen suorituksensa heijastanee varhaisempaa kehitystasoa. On kuitenkin luultavaa, että tällaisen lapsen kohdalla harjoitus tuottaa erilaatuisia tuloksia kuin varhaisemmassa kehitysvaiheessa olevan lapsen.

Useissa kouluikäisten lasten musiikin keksimiseen kohdistuneissa tutkimuksissa viitattiin siihen, että varaa kehittymiseen on. Erityisesti keksimisprosessin päätavoitteiden ja välitavoitteiden koordinointi ja temaattinen työskentely ovat alueita, jotka ovat kehitettävissä dimensionaalisen vaiheen keski- ja loppupuolella, sillä tällöin lapsilla näyttäisi jo olevan riittävästi implisiittistä tietoa tonaalisen musiikin keskeisestä käsiterakenteesta.

Kratusin (1989), Lasken (1979), Wilsonin & Walesin (1995) sekä Wigginsin (1994, 1995) tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että 7-vuotiaan kuva tavoitetilasta ei ole kovin selvä, ja prosessi on tämän vuoksi enempi pintasuuntainen, eli edustaa tutkimista. Strategia on joko sattumanvarainen tai sitten jo automatisoitunut motorinen strategia. Kykyä hienovaraisempaan työstämiseen alkaa 7-vuotiaalla olla, mutta olemassaolevien harjoitusta tarvittaisiin enemmän. Sitä mukaa kuin tavoitteet ja välitavoitteet eivät enää ole konfliktissa keskenään ja kuormita liikaa lyhytkestoista muistia, alkaa keksimisprosessi muistuttaa enenevässä määrin ongelmanratkaisua. 9-vuotiaalla alkaa jo olla kuva tavoitteesta, ja hän alkaa etsiä strategioita tavoitteen saavuttamiseksi. Tämä ilmenee lineaarisena etenemisenä ja työstämisen lisääntymisenä. 11-12-vuotiaiden tietämys on jo selvästi hierarkkista sekä musiikillisten rakenteiden että strategioiden suhteen. Tämä ilmenee yksityiskohtien ja laajempien

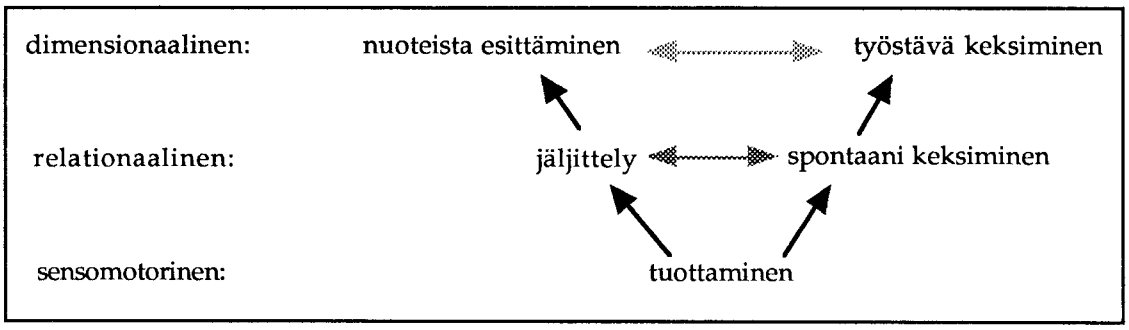
kokonaisuuksien joustavana hallintana, ja systemaattisena tuottamisen ja testaamisen vuorotteluna. 10-11-vuotiaan ajattelu voi suuntautua joustavasti sekä säveltason että keston dimensiolle niin että melodian, harmonian ja rytmin yhteisvaikutusta hallitaan sofistikoituneemmin. Harjoituksen ansiosta lapsille karttuu tietoa itse keksimisprosessin kulusta niin, että 11-vuotiaan prosessissa alkaa kuvastua aikuisen säveltäjän luonnosteluprosessi (ks. Heinonen 1995).

Erot aikuisen säveltäjän ja lapsen välillä liittyvät paitsi tiedon hierarkkisuuteen, myös taitoihin muokata musiikillista materiaalia. Kratus (1989, 17-18) havaitsi, että 7-vuotiaat kokeilivat uusia ideoita toinen toisensa perään. Aikaisemman materiaalin ilmeneminen ja muokkaaminen oli harvinaista. 7-vuotiailla ei ollut vaikeuksia keksiä ideoita, mutta heiltä puuttui keinoja muokata niitä. 9-11-vuotiaat puolestaan kehittelivät enemmän ja tutkivat vähemmän kuin 7-vuotiaat.

6. Päätäntö

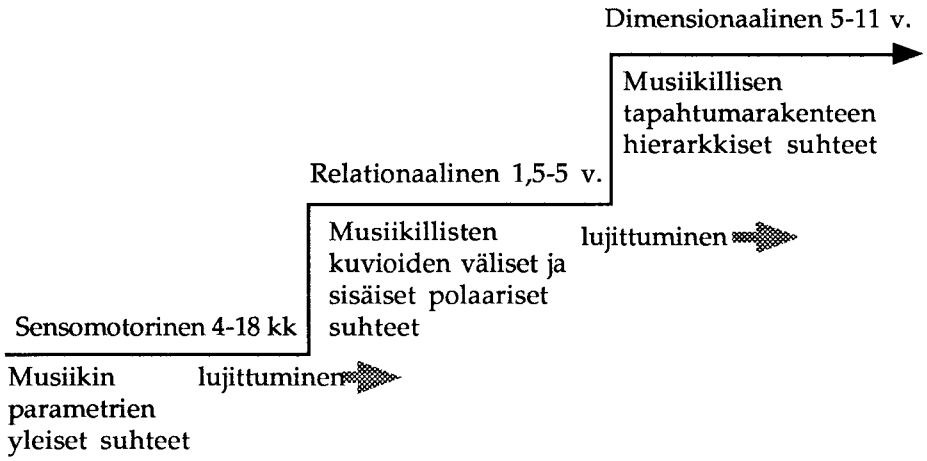
Lapsen musiikillis-älyllinen kehitys näyttää kehitysmekanisminsa puolesta samankaltaiselta kuin muidenkin tietämysalueiden kehitys. Hierarkkisen mekanismin olemassaolo on havaittavissa tarkasteltaessa musiikillisen kehityksen empiirisiä tutkimuksia. Keskeisen musiikillisen käsiterakenteen - musiikin perusrakenteen - sisältö on ensinnäkin musiikille spesifi. Se koostuu ajallisesta ja spatiaalisesta ulottuvuudesta. Toiseksi se on kulttuurispesifi. Länsimaisessa kulttuurissa lapsen muistiin karttuvista malleista suuri osa on tonaalista musiikkia, joten päädyin tutkimaan tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen kehittymistä. Muissa kulttuureissa kehityksen voidaan olettaa etenevän samanlaisen mekanismin mukaisesti, mutta tuottavan sisällöltään erilaisia ajallisia ja spatiaalisia hierarkioita.

Tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen asteittainen kehitys alkaa ensimmäisellä ikävuodella, jolloin yksittäisten säveltasojen erottaminen ja tunnistaminen on varsin tarkkaa. Samaan keskusrakenteeseen vähitellen integroituvat synnynnäiset äänentuottamisen motoriset skeemat. Tuottaminen on sensomotorisessa vaiheessa jäljittelevää tai skeemasta lähtevää äänenmuodostamista. Keksimistä ei voida pitää ratkaisevasti eriytyneenä muusta tuottamisesta. Relationaalisessa vaiheessa jäljittely ja spontaani keksiminen eriytyvät. Dimensionaalisessa vaiheessa eriytyvät spontaani ja työstävä keksiminen sekä korvakuulolta ja nuoteista esittäminen. Vektoriaalista vaihetta en tutkimuksessani tarkastellut.



KUVA 6.1. Musiikin tuottamistoimintojen kehittyminen.

Aikaisemmat tasot ovat funktionaalisesti upoksissa myöhempiin. Kasvavasta eriytymisestä ei kuitenkaan automaattisesti seuraa kasvavaa integraatiota tarkkaavuuden kohdistuessa eri toiminnoissa erilaisiin suhteisiin kohteessa. Tästä syystä tietämyksen sisäiset yhteydet ovat vaarassa jäädä puutteellisiksi dimensionaalisessa vaiheessa, ellei lapsi saa harjoittaa musiikin keksimistä joko ohjauksen tai ei-formaalin vuorovaikutuksen alaisena.



KUVA. 6.2. Musiikillisen kehityksen vaiheet sensomotorisesta dimensionaaliseen.

Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne kehittyy noin yhteentoista ikävuoteen mennessä Casen (1985) kehitysmekanismin sovelluksena seuraavasti:

1) Sensomotorisessa vaiheessa kehittyy kyky kontrolloida useita yleisiä parametrisiä muutoksia samassa operaatiossa. Vaiheen lopulla tämä saavutus voidaan havaita musiikillisen kuvion ilmaantumisena. Kuvio toimii yksikkönä relationaalisessa vaiheessa.

2) Relationaalisessa vaiheessa musiikin tuottamisessa keskeisiä ovat musiikillisten kuvioiden väliset yleiset samankaltaisuussuhteet sekä musiikillisten kuvioiden sisäiset ajalliset ja säveltasoon liittyvät suhteet. Näiden suhteiden koordinoituessa ylemman asteen yksiköksi, syntyy musiikin lineaarinen pintataso, joka kuitenkaan ei ole täysin hierarkkinen.

3) Dimensionaalisessa vaiheessa lineaarisen pinnan lisäksi kehittyvät syvärakenteet. Keskeiseen käsiterakenteeseen kehittyvät hierarkkiset suhteet, joiden keskenään konfliktoivia vaikutuksia vaiheen lopulla aletaan hallita. Lapselle muodostuu käsitys metristä, jonka kanssa rytminen ryhmittely voi olla erisuuntainen. Metri ylläpitää jatkuvuutta horisontaalisessa ulottuvuudessa. Vertikaalisessa ulottuvuudessa kehittyvät tonaaliset stabiliteettisuhteet asteikon sisällä ja sävellajien välillä, ja lapsi oppii ymmärtämään melodiaa ja harmoniaa toisistaan riippumattomina syntaktisina ulottuvuuksina. Globaalin ja paikallisten tonaliteettien välisiä erisuuntaisia vaikutuksia aletaan ymmärtää metrin luomassa ajallisessa kehyksessä vaiheen lopulla.

Muotoilemassani sovelluksessa voi esiintyä virhearviointeja. Tämä johtuu siitä, että materiaalina olevat empiiriset tutkimukset eivät muodosta täysin kattavaa kuvaa musiikillisesta kehityksestä. Tonaalisen musiikin keskeisten hierarkkisten järjestelmien (tonaliteetti ja metri) ja primaaristen syntaktisten ulottuvuuksien (melodia, harmonia ja rytmi) tarkastelu ei myöskään kerro kaikkea musiikillisesta kehityksestä. Soinnin, tekstuurin ja dynamiikan ulottuvuuksilla tapahtuvalla kehityksellä on merkitystä sellaisessa musiikin keksimisessä, joka tapahtuu ensisijaisesti sointivärialueita ja tekstuureja luonnostelemalla. On todennäköistä, että sointivärisävellyksessäkin ainakin ryhmittelyn lainalaisuudet ja mahdollisesti jonkinlainen periodisuuden käsite ovat käytössä, vaikka jatkuva metrinen hierarkia puuttuisikin. Sen sijaan spatiaaliset hierarkiat lienevät merkittävästi erilaiset sointivärin järjestyessä moniulotteisesti. Edelleen, osa lasten musiikillisista malleista edustaa sellaisia[1] musiikkikulttuureja, joissa ajallinen ulottuvuus on säveltasoulottuvutta keskeisemmässä asemassa. Lapsen preferenssit dimensionaalisessa vaiheessa saattavat vaikuttaa siihen, kehittyykö ajattelu enemmän kohti tonaalista vai rytmistä ajattelua.

[1] dimensionaalinen konflikti saattaisi koskea esimerkiksi yhtäaikaisia metrejä, mikäli säveltason järjestyminen olisi sekundaarista (länsimaisessa tonaalisessa musiikissa metrejä esiintyy kerrallaan yleensä vain yksi).

Tonaalisen musiikin keskeinen käsiterakenne ja keskeiset käsiterakenteet muilla alueilla

Tonaalisen musiikin keskeisen käsiterakenteen kehitys voidaan rinnastaa Casen mekanismin sovelluksiin muilla alueilla. Keskeisille käsiterakenteille on yhteistä lapsen ikätyypillinen tapa tulkita ongelmatilanne monenlaisissa eri tehtävissä. Ne eivät toisin sanoen synny täysin toisistaan erillisistä malleista, joiden käyttöä rajoittaisi yksinomaan lyhytkestoisen muistin kapasiteetti (Case 1992, 355). Keskeiset käsiterakenteet korreloivat iän kanssa huomattavasti paremmin kuin piaget'lainen desentraatio ja konservaatio (Case 1992, 352). Relationaalisessa vaiheessa polaaristen suhteiden yksi- ja kaksitahoisen sekä elaboroidun koordinaation rakenteet ovat vallitsevia useilla alueilla. Dimensionaalisessa vaiheessa loogis-matemaattisen päättelyn alueella globaalien polaaristen suhteiden sisälle muodostuvat suhteiden sarjat, joista kyetään tarkkaamaan ensin yhtä, sitten kahta ja lopulta kummankin yhteisvaikutusta - olipa sitten kyse kellonajoista (Griffin, Case & Sandieson 1992) tai nuoteista soittamisesta (Capodilupo 1992). Viimen mainitussa sarjat muodostuivat sävelaskelsuhteista ensinnäkin viivastolla ja toiseksi soittimessa. Musiikillisessa kehityksessä kvantitatiivista ajattelua esiintyy säveltasosuhteiden sarjoittamisen lisäksi myös metrin ja kestojen laskemisoperaatiossa.

Sosiaalisella alueella keskeinen käsiterakenne muodostuu kausaalisuhteista ulkoisissa olosuhteissa ja ihmisten sisäissä motiiveissa sosiaalisissa tilanteissa (Goldberg-Reitman 1992; Bruchowsky 1992). Dimensionaalisessa vaiheessa lapsi kykenee arvioimaan tapahtuman kausaalirakenteessa myös henkilöiden sisäistä tilaa (motiivit, toiveet) - aluksi yhden tilan, sitten kaksi ja lopulta useampia integroidusti. Tarinankerronnassa (McKeough 1992a) sosiaalinen tietämys ilmenee niin, että vaiheen alussa lapsen kertomuksen sisältämä skripti (ks. Schank & Abelson 1977) ryhmittyy yhden ongelman ympärille, joten sitä voidaan luonnehtia juoneksi. Juoneen ilmaantuu seuraavassa vaiheessa alaongelmia, jotka tähtäävät saman globaalin päämäärän ratkaisuun. Vaiheen lopulla tarina sisältää paikallisia osajuonia ja pääjuonen, jotka liittyvät toisiinsa integroidusti. Rinnastettaessa musiikilliseen kehitykseen voidaan havaita, että myös musiikillisen tapahtumarakenteen ymmärtäminen edellyttää tietoa sekä paikallisista että globaaleista tapahtumista.

Spatiaalisella alueella keskeinen käsiterakenne muodostuu dimensionaalisessa vaiheessa objektien välisille spatiaalisille akseleille. Piirroksissa (Dennis 1992) akselit ovat vertikaalinen 'lattiatason' käsittävä akseli sekä horisontaalinen syvyysakseli, jonka muodostuminen ilmenee kuvassa niin, että esineet voivat sijaita toistensa takana. Ensimmäisessä vaiheessa lapsella on käytössää yksi akseli, toisessa vaiheessa kaksi, ja lopulta tila esittyy jatkuvana kolmiulotteisena maisemana. Motorisella alueella spatiaalinen kehitys (Reid 1992) ilmeni samanlaisena kahden akselin integroitumisena. Spatiaalinen ajattelu on musiikillisessa kehityksessä rinnastettavissa säveltasotilan kehittymiseen. Vertikaalista akselia tällöin vastaa säveltasojen perättäinen järjestyminen globaaliksi sävellajikontekstiksi jonkin ajallisen kokonaisuuden sisällä ja horisontaalista akselia puolestaan sävellajien väliset suhteet kulloisenkin yhtäaikaisen säveltasokertymän eli soinnun kohdalla.

Casen mekanismin sovellus suhteessa piaget'laiseen musiikillisen kehityksen tutkimukseen

Muotoilemani sovelluksen voidaan yhtäältä tulkita täydentävän piaget'laista musiikillisen kehityksen tutkimusta. Toisaalta se pyrkii korjaamaan piaget'laisen tutkimuksen aukkopaikkoja samaan tapaan kuin neopiaget'lainen tutkimus on korjannut klassisen piaget'laisen tutkimuksen heikkouksia. Musiikillisen syntaktisen ja loogisen tietämyksen voidaan ymmärtää kehittyvän saman mekanismin tuloksena. Ei ole tarpeen johtaa lapsen metrin käsitystä tai asteikon sarjoittamista loogisesta rakenteesta, vaan niiden voidaan ymmärtää kehittyvän musiikillisen tiedon käytössä.

Piaget'n havaintojen mukaan eri käsitteiden konservaatio saavutettiin eri ikäisenä, vaikka kyseessä piti olla sama looginen perusrakenne (ns. decalage-ilmiö). Casen teoriassa tämä ongelma on ratkaistu ensinnäkin huomioimalla lapsen kulloisessakin käytössä olevan ajatteluproseduurin rakenne. Kouluiän korkeamman asteen menettelyt syntyvät alemman asteen rakenteiden koordinoituessa. Tämä merkitsee, että kaikkein myöhäisimpänä kehittyvät konservaation käsitteet ovat ajatteluoperaatioina monimutkaisempia ja rakenteeltaan erilaisia kuin varhaisemmin kehittyvät[2].

[2] Esimerkiksi luvun konservaatio edellyttää yksinkertaisempaa ajatteluoperaatiota kuin tilavuuden konservaatio.

Menettelyjen samankaltaisuus liittyy ikään, vaikka itse tehtävä edellyttäisi tietoa eri alueilta. Toiseksi, keskeinen käsiterakenne on semanttinen verkko, joka suuntaa lasta tilanteen merkityksen ymmärtämiseen. Ennen kuin jokin menettely voi tulla lapsen käyttöön, lapsen on kyettävä tulkitsemaan tilanne ja muodostamaan siitä sellainen tulkinta, että kyseinen proseduuri sopii siihen. Esimerkiksi esikoululaisille tyypillinen polaarinen tilanteiden tulkinta ei vielä houkuta esiin laskemisproseduuria.

Musiikillisessa kehityksessä ilmenee joitakin rakenteita, jotka perustuvat yksinkertaiselle sarjoittamiselle tai monimutkaisemmalle kompensatoriselle rakenteelle. Ne ovat yhdenmukaisia kvantitatiivisen alueen kehityksen kanssa. Sävelasteikon rakentaminen kelloista on yhtä monimutkainen suoritus kuin yksinkertainen sarjoittaminen (ks. Bamberger 1991). Casen teorian näkökulmasta on kyse yksitahoisesta dimensionaalisesta rakenteesta, sillä tarkkaavuus suuntautuu yhteen ulottuvuuteen. Kyky sijoittaa eri hierarkkisilla tasoilla olevat metriset rytmikuvioiden ylle edustaa konservaatiotyypistä rakennetta (ks. Upitis 1987) - Casen mekanismin perusteella tällainen operaatio luokitellaan elaboroiduksi dimensionaaliseksi rakenteeksi. Edellä mainitut saavutukset ovat mahdollisia vain, jos niille on varhaisemmassa vaiheessa syntynyt perusta musiikin syntaktisen tiedon käytössä.

Säveltaso ja aika eivät ole toisiinsa nähden kompensatorisia. Tällaisen tiedon kehittymiseen ei Piaget'n teoria ulotu. Musiikin keksiminen hyödyntää tonaalista syntaksia, jossa palautettavuus ei ole kompensatorista, vaan todennäköisyyteen perustuvaa. Tarkkaavuus voidaan kohdistaa melodian, rytmin ja harmonian ulottuvuuksiin. Tällaisissa rakenteissa tarvitaan tietoa sekä ajan ja säveltason toisistaan riippumattomista järjestyksistä että säveltason ja ajan yhteisvaikutuksista. Tonaalisesti merkittävät tapahtumat ovat usein mutta eivät välttämättä yhtäaikaisia metristen vahvojen aksenttien kanssa. Globaalin tason ja ajallisesti suppeampien tasojen tonaalinen stabiliteetti eroavat toisistaan. Sävellajeilla on yhteisiä säveliä, mutta niiden stabiliteettifunktiot vaihtelevat kulloisessakin kontekstissa. Säveltason ja ajan monimutkaiset yhteisrakenteet voidaan Casen mekanismin mukaan luokitella yksi- tai kaksitahoisiksi tai elaboroiduiksi, riippuen siitä mihin lapsen tarkkaavuus suuntautuu.

Casen sovellusta voidaan vielä verrata Swanwickin (1988) musiikillisen kehityksen malliin, jonka taustalla on Piaget'n kehitysmekanismi ja aineistona lasten keksimät musiikkituotokset. Kahdeksanvaiheisen mallin viisi ensimmäistä kehitysvaihetta ovat seuraavat: Sensorisessa vaiheessa (0 - 3 v.) lapset reagoivat ja kokeilevat äänen impressiivisiä laatuja ja dynaamisia tasoja. Manipulatiivisessa vaiheessa (4-5 v.) lapset hankkivat soittotekniikkoja ja käyttävät hyväkseen instrumenttien rakenteiden suomia mahdollisuuksia. Persoonallisen ilmaisun vaiheessa (4-6 v.) kokeilutoiminta kohdistuu musiikin ekspressiivisiin laatuihin kuten voimakkuuden ja nopeuden vaihteluihin. Vernakulaarisessa l. musiikillisen äidinkielen vaiheessa (5-8 v; erityisesti 7-8 v.) ilmenevät kulttuurille tyypilliset musiikilliset rakenteet. Spekulatiivisessa eli kokeilevassa vaiheessa (9-11 v.) mielikuvitukselliset poikkeamat rikkovat musiikillisten kuvioiden säännöllistä toistoa. (Swanwick 1991, 22-32.)

Swanwickin mallissa kysymyksiä herättää, kuinka lapset ovat kouluikään tultaessa omaksuneet kulttuurinsa musiikilliset mallit primaarien syntaktisten ulottuvuuksien osalta, kun keksimisessa keskeisellä sijalla esikouluiällä näyttävät mallin mukaan olevan sekundaariset. On huomattava, että Swanwickin malli on funktioltaan kuvaava. Sen rinnalle tarvitaan malli, joka on funktioltaan selittävä. Esimerkiksi musiikinopetuksessa tärkeää tietää, kuinka jatkumo lapsessa kehittyvien musiikillisten rakenteiden välille syntyy. Muotoilemani Casen sovellus on selittävä, mutta kaipaa empiiristä testausta.

Tonaalisen musiikin keskeinen perusrakenne kattaa musiikillis-älyllisessä kehityksessä ja musiikin keksimisessä ainoastaan musiikin koherenssia ylläpitävän perusrakenteen. Kuten Järvinen (1997) huomauttaa, selvästi erottuvia poikkeavia piirteitä, jotka usein lyövät leimansa musiikkityyliin[3], ei voida ajatella ilman koherentin perusrakenteen tarjoamaa taustaa. Tarvitaan perustutkimusta, joka kohdistuu musiikin perusrakenteiden muodostumiseen, ennen kuin ymmärretään, mistä yllätykset ja tavanomaisuudet lapset keksimässä musiikissa johtuvat lapsen ajattelun kannalta katsottuna.

[3] Esimerkiksi bebop-tyylisessä jazzimprovisaatiossa selvästi erottuvia piirteitä ovat synkoopit, mutta ajallinen perusrakenne on vahvasti metrisen hierarkian mukainen (Järvinen 1997).

Sovellusmahdollisuudet ja jatkotutkimuksen tarve

Mallia voidaan soveltaa opetukseen siten, että seuraavan osavaiheen haasteisiin ruvetaan orientoitumaan jo ennen kuin lapsi on saavuttanut kyseisen kehitystason (vrt. Vygotskin lähikehityksen vyöhyke). Tehtävän rajaamisella voidaan suunnata oppimisprosessia kohti alueita, jotka kaipaavat eniten harjoitusta. Ulottuvuudet, joita olisi tavoitteena oppia tarkkaamaan, voidaan tarjota täydennettävinä niin, että täydennettävän osan laajuus vähitellen kasvaa, ja vastuu siirtyy enenevässä määrin lapselle. Musiikin keksiminen on paitsi päämäärä sinänsä, myös oivallinen tapa opettaa ymmärtämään musiikin rakenteita.

Ennen kaikkea malli kaipaa empiiristä testausta. Keskeinen kysymys empiirisessä tutkimuksessa on, muodostuuko lapselle musiikin keskeinen käsiterakenne olettamani kehityssekvenssin mukaisessa järjestyksessä - ovatko aikaisempien vaiheiden saavutukset todellakin lähtökohta myöhemmille sillä tavoin, kuin malli ne esittää. Toinen keskeinen kysymys on, missä määrin oletukset vaiheiden ikärajoitteista pitävä paikkansa. Kolmanneksi tavoitteeksi voidaan asettaa lyhytkestoisen muistin testaaminen.

Lähteet

Ahonen, Kari 1996. Ala-asteen oppilaat musiikin rakenteellisen tiedon käsittelijöinä. Joensuun Yliopisto. Savonlinnan Opettajankoulutuslaitos. Väitöskirja.

Anderson, John R. 1983. The Architecture of Cognition. The United States of America: Harvard University Press.

Atkinson Rita L. & Atkinson Richard C. & Smith, Edward E. & Bem, Daryl J. 1993. Introduction to Psychology. 11. painos. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Bamberger, Jeanne 1991. The Mind behind the Musical Ear. How Children Develop Musical Intelligence. The United States of America: Harvard University Press.

Bharucha, Jamshed 1994. Tonality and Expectation. Teoksessa Rita Aiello & John A. Sloboda (toim.): Musical Perceptions. The United States of America: Oxford University Press, 213-239.

Brown, Helen & Butler, David & Jones, Mari Riess 1994. Musical and Temporal Influences on Key Discovery. Music Perception 1994, 11, 4, 371-407.

Bruchowsky, Martha 1992. The Development of Empathic Cognition in Middle and Early Childhood. Teoksessa Robbie Case: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Under-pinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 153-170.

Butler, David & Brown, Helen 1994. Describing the Mental Representation of Tonality in Music. Teoksessa Rita Aiello & John A. Sloboda (toim.): Musical Perceptions. The United States of America: Oxford University Press, 191-212.

Capodilupo, Alessandra M. 1992. A Neo-Structural Analysis of Children's Response to Instruction in he Sight-Reading of Musical Notation. Teoksessa

Robbie Case: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 99-115.

Case, Robbie 1985. Intellectual Development. Birth to Adulthood. The United States of America: Academic Press.

Case, Robbie 1992. The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.

Clarke, Eric 1988. Generative principles in music performance. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 3-26.

Colley, Ann & Banton, Louise & Down, Julia & Pither, Anthony 1992. An Expert-Novice Comparison in Musical Composition. Psychology of Music 1992, 20, 124-137.

Cowan, Nelson 1995: Attention and Memory. An Integrated Framework. Oxford Psychology Series No. 26.The United States of America: Oxford University Press.

Davidson, Lyle 1994. Songsinging by Young and Old. A Developmental Approach to Music. Teoksessa Rita Aiello & John A. Sloboda (toim.) 1994: Musical Perceptions. The United States of America: Oxford University Press.

Davidson, Lyle & Colley, Bernadette 1987. Children's Rhythmic Development from Age 5 to 7: Performance, Notation, and Reading of Rhythmic Patterns. Teoksessa J. Craig Peery, Irene Weiss Peery & Thomas W. Draper (toim.): Music and Child Development. The United States of America: Springer-Verlag, 107-135.

Davidson, Lyle & McKernon, Patricia & Gardner, Howard 1981. The Acquisition of Song: A Developmental Approach. Teoksessa R. E. Taylor (toim.): Documentary Report of Ann Arbor Symposium. National Symposium on the

Applications of Psychology to the Teaching and Learning of Music. Reston, Virginia: MENC Reston.

Davidson, Lyle & Welsh, Patricia 1988. From collections to structure: the developmental path of tonal thinking. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 260-285.

Davies, Coral 1986. Say it till a song comes (reflections on songs invented by children 3-13). British Journal of Music Education, 1986, 3 (3), 279-293.

Dennis, Sonja 1992. Stage and Structure in the Development of Children's Spatial Representations. Teoksessa Case, Robbie 1992: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.

Deutsch, Diana 1982. The Processing of Pitch Combinations. Teoksessa Diana Deutsch (toim.): The Psychology of Music.The United States of America: Academic Press Inc, 271-316.

Donald, Merlin 1991. Origins of the Modern Mind. Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition. The United States of America: Harvard University Press.

Dowling, W. Jay 1982. Melodic Information Processing and Its Development. Teoksessa Diana Deutsch (toim.): The Psychology of Music. The United States of America: Academic Press, 413-429.

Dowling, W. Jay 1988. Tonal structure and children's early learning of music. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 113-128.

Dowling, W. Jay & Harwood, Dane L. 1986. Music Cognition. The United States of America: Academic Press.

Eysenck, Michael W. & Keane, Mark T. 1990. Cognitive Psychology. A Student's Handbook. Exeter: Lawrence Erlbaum Associates.

Flavell, John H. 1963. The Developmental psychology of Jean Piaget. Great Britain: Van Nostrand Reinhold Company.

Fraisse, Paul 1982. Rhythm and Tempo. Teoksessa Diana Deutsch (toim.): The Psychology of Music.The United States of America: Academic Press Inc, 149-180.

Gardner, Howard 1973. The Arts and Human Development: A Psychological Study of the Articstic Process. New York: Wiley.

Gardner, Howard 1983. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books.

Gerardi, Gina M. & Gerken, Louann 1995. The Development of Affective Responses to Modality and Melodic Contour. Music Perception, Spring 1995, 12 (3), 279-290.

Goldberg-Reitman, Jill 1992. Young Girls' Conception ofTheir Mopthers' Role: A Neo-Structural Analysis. Teoksessa Robbie Case: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Under-pinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 135-152.

Goswami, Usha 1995. Transitive Relational Mappings in Three- and Four-Year-olds: the Analogy of Goldilocks and the Three Bears. Child Development 1995, 66, 877-892.

Griffin, Sharon & Case, Robbie & Sandieson, Robert 1992. Synchrony and Asynchrony of Children's Everyday Mathematical Knowledge. Teoksessa Robbie Case: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Under-pinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 75-98.

Hargreaves, David J. 1986. The Developmental Psychology of Music. Avon, Great Britain: Cambridge University Press.

Hari, Riitta & Loveless, Norman 1995. Hearing Backwards inTime. Teoksessa Paavo Pylkkänen & Pauli Pylkkö (toim.): New Directions in Cognitive Science. Proceedings of the International Symposium. Helsinki: the Finnish Artificial Intelligence Society, 183-184.

Hautamäki, Jarkko 1995. Älyllinen kehitys ja koulutus. Teoksessa Paula Lyytinen, Mikko Korkiakangas, Heikki Lyytinen (toim.): Näkökulmia kehityspsykologiaan. Kehitys kontekstissaan. Porvoo: WSOY, 219-247.

Heinonen, Yrjö 1992. Ideasta musiikiksi. Sävellysstrategioiden ja niiden valintaan vaikuttavien tekijöiden tarkastelua kognitiivisen musiikkitieteen näkökulmasta. Teoksessa Jukka Louhivuori & Anu Sormunen (toim.): kognitiivinen musiikkitiede. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston musiikkitieteen laitoksen julkaisusarja A: tutkielmia ja raportteja 8, 229-262.

Heinonen, Yrjö 1995. Elämyksestä ideaksi - ideasta musiikiksi. Sävellysprosessin yleinen malli ja sen soveltaminen Beatles-yhtyeen laulunteko- ja äänitys-prosessiin. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies In The Arts 48.

Hildebrandt, Carolyn 1987. Structural-Developmental Research in Music: Conservation and Representation. Teoksessa J. Craig Peery, Irene Weiss Peery & Thomas W. Draper (toim.): Music and Child Development. The United States of America: Springer-Verlag, 80-95.

Imberty, Michel 1981. Tonal acculturation and perceptual structuring of musical time in children. Teoksessa Basic musical functions and musical ability. Stockholm: Publications issued by the Royal Swedish Academy of Music 1981 No 32, 107-130.

Jones, Mari Riess 1992. Attending to Musical Events. Teoksessa Mari Riess Jones & Susan Holleran (toim.): Cognitive Bases of Musical Communication. Washington: American Psychological Association, 91-109.

Järvinen, Topi 1997. Tonal Dynamics and Metrical Structures in Jazz Improvisation. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in The Arts 58.

Klahr, D. & Wallace, J. G. 1976. Cognitive development: An information-processing view. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Koivikko, Matti 1995: Aivojen kehitys ja sen poikkeavuudet. Teoksessa Heikki Lyytinen, Timo Ahonen, Tapio Korhonen, Marit Korkman & Tytti Riita (toim.): Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma. Juva: WSOY, 42-51.

Korkman, Marit 1995: Aivojen toiminnallinen erikoistuminen. Teoksessa Heikki Lyytinen, Timo Ahonen, Tapio Korhonen, Marit Korkman & Tytti Riita (toim.): Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma. Juva: WSOY, 63-77.

Kratus, J.K. 1985. The Use of Melodic and Rhythmic Motives in the Original Songs of Children Aged Five to Thirteen. Contributions to Music Education 1985, 12, 1-8.

Kratus, J. K. 1989. A Time Analysis of the Compositional Processes Used by Children Ages 7 to 11. Journal of Research in Music Education 1989, 37 (1), 5-20.

Krumhansl, Carol L. 1990. Cognitive Foundations of Musical Pitch. Oxford Psychology Series No. 17. The United States of America: Oxford University Press.

Krumhansl, Carol, L. & Castellano, Mary A. 1983. Dynamic processes in music perception. Memory & Cognition 1983, 11 (4), 325-334.

Krumhansl, Carol, L. & Keil, Frank C. 1982. Acquisition of the hierarchy of tonal functions in music. Memory & Cognition 1982, 10, 243-251.

Kuikka, Pekka & Pulliainen, Veijo & Hänninen, Ritva 1990. Neuropsykologian perusteet. Juva: WSOY.

Lamont, Alexandra & Cross, Ian 1994. Mental representations of musical pitch. A developmental study. Teoksessa Irène Deliège (toim.): Proceedings of 3rd ICMPC (Third International Conference for Music Perception and Cognition). Université de Liège. Liège: ESCOM (European Society for the Cognitive Sciences Of Music), 131-133.

Laske, Otto 1979. Goal Synthesis and Goal Pursuit in a Musical Transformation Task for Children Between Seven and Twelve Years of Age. Interface 1979, 8, 207-235.

Laske, Otto E. 1991. Two Paradigms on Music Research: Composition and Listening. Teoksessa B. Bel & B. Vecchione (toim.): Actes, Colloque Musique et assistance informatique. Marseille: Laboratoire Musique et Informatique de Marseille, 179-185.

Lerdahl, Fred 1987. Timbral hierarchies. Contemporary Music Review 1987, 2, 135-160.

Lerdahl, Fred 1988. Cognitive constraints on compositional systems. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 231-259.

Lerdahl, Fred & Jackendoff, Ray 1983. A Generative Theory of Tonal Music. The United States of America: The MIT Press.

Lyytinen, Heikki 1995: Tarkkaavaisuuden ongelmista. Teoksessa Heikki Lyytinen, Timo Ahonen, Tapio Korhonen, Marit Korkman ja Tytti Riita (toim.): Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma. Juva: WSOY, 80-119.

Markman, Ellen 1989. Categorization and Naming in Children. Problems of Induction. The United States of America: The MIT Press.

McAdams, Stephen 1989. Psychological constraints on form-bearing dimensions in music. Contemporary Music Review 1989, 4, 181-198.

McKay, Kathleen E. & Halperin, Jeffrey M. & Schwartz, Susan T. & Sharma, Vanshdeep 1994. Developmental Analysis of Three Aspects of Information Processing. Sustained Attention, Selective Attention and Response Organization. Developmental Neuropsychology 1994, 19 (2), 121-132.

McKeough, Anne 1992a. A Neo-Structural Analysis of Children's Narrative and Its Development. Teoksessa Robbie Case (1992): The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 171-188.

McKeough, Anne 1992b. Testing for the Presence of a Central Social Structure: Use of the Transfer paradigm. Teoksessa Robbie Case (1992): The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 207-225.

Meadows, Sara 1988. Piaget's Contribution to Understanding Cognitive Development: An Assessment for the Late 1980s. Teoksessa Richardson, Ken & Sheldon, Sue (toim.): Cognitive Development to Adolescense. Exeter: Lawrence Erlbaum Associates, 19-31.

Meyer, Leonard, B. 1973. Explaining music. Essays and explorations. The United States of America: The University of Chicago Press.

Miller, Patricia H. 1993. Theories of Developmental Psychology. 3. painos. New York: W. H. Freeman and Company.

Moog, H. 1976. The Musical Experience of the Pre-School Child. London: Schott.

Moorhead, G. E. & Pond , D. 1978. Music of young children. Santa Barbara: Pillsbury Foundation.

Moray, Neville 1978. The Strategic Control of Information Processing. Teoksessa Geoffrey Underwood (toim.): Strategies of Information Processing. Letchworth, Herfordshire, Great Britain: Academic Press, 301-356.

Neisser, Ulric 1976. Cognition and Reality. Principles and Implications of Cognitive Psychology. The United States of America: W. H. Freeman and Company.

Palmer, Caroline & Krumhansl, Carol L. 1990. Mental Representations for Musical Meter. Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance 1990, 16, 4, 728-741.

Piaget, Jean 1951. Play, dreams and imitation in the childhood. Translated by C. Gattegno & F. M. Hodgson. Great Britain: W. W. Norton & Company.

Piaget, Jean & Inhelder, Bärbel 1977. Lapsen psykologia. Ranskankielinen alkuteos La Psychologie de l'Enfant. Suomentaja Mirja Rutanen. Jyväskylä: Gummerus.

Piaget, Jean 1988a. Lapsi maailmansa rakentajana. Kuusi esseetä lapsen kehityksestä. Suomentaja Saara Palmgren. Suomennoksen tarkistanut Klaus Helkama. Juva: WSOY.

Piaget, Jean 1988b. Extracts from Piaget's Theory. Teoksessa Ken Richardson & Sue Sheldon (toim.): Cognitive Development to Adolescense. Exeter: Lawrence Erlbaum Associates, 3-18.

Platt, John R. & Racine, Ronald J. 1994. Detection of Implied Harmony Changes in Triadic melodies. Music Perception. Spring 1994, 11, 3, 243-264.

Porath, Marion 1992. Stage and Structure in the Development of Children with Various Types of "Giftedness". Teoksessa Robbie Case (1992): The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Underpinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 303-315.

Pressing, Jeff 1988. Improvisation: methods and models. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 129-178.

Rautio, Riitta 1991. Kognitiiviset skeemat musiikillisen aikakokemuksen määrittäjinä. Jyväskylän yliopiston musiikkitieteen laitos. Lisensiaatin-tutkielma.

Reid, Denise T. 1992. Horizontal and Vertical Structure: Stages and Substages in Children's Motor Development. Teoksessa Robbie Case: The Mind's Staircase. Exploring the Conceptual Under-pinnings of Children's Thought and Knowledge. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 247-267.

Rosner, Burton S. & Meyer, Leonard B. 1982. Melodic Processes and the Perception of Music. Teoksessa Diana Deutsch (toim.): The Psychology of Music. The United States of America: Academic Press, 317-341.

Sági, Mária & Vitányi, Iván 1988. Experimental research into musical generative ability. Teoksessa John A. Sloboda (toim.): Generative processes in music. The psychology of performance, improvisation and composition. The United States of America: Clarendon Press, 179-194.

Schank, Roger C. & Abelson, Robert P. 1977. Scripts, Plans, Goals and Understanding. An Inquiry into Human Knowledge Structures. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.

Serafine, Mary Louise 1980. Piagetian Research in Music. Council of Research in Music Education 1980, 62, 1-21.

Serafine, Mary Louise 1988. Music as Cognition: The Development of Thought in Sound. The United States of America: Columbia University Press.

Siegler, Robert S. 1986. Children's Thinking. New Jersey: Prentice-Hall.

Siegler, Robert S. 1991. Children's Thinking. 2. painos. New Jersey: Prentice-Hall.

Siegler, Robert S. & Jenkins, Eric 1989. How children discover new strategies. The United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.

Sloboda, John A. 1985. The Musical Mind. The Cognitive Psychology of Music. Oxford Psychology Series No. 5. Oxford, Great Britain: Clarendon Press.

Stern, Daniel N. 1985. The Interpersonal World of the Infant. A View from Psychoanalysis and Developmental Psychology. The United States of America: Basic Books.

Sundin, Bertil 1977. Barnets musikaliska värld. Påverkan och utveckling i förskoleåldern. Lund: LiberLäromedel.

Swanwick, Keith 1988. Music, Mind, and Education. Great Britain: Routledge.

Swanwick, Keith 1991. Further Research on the Musical Development Sequence. Psychology of Music 1991, 19 (1), 22-32.

Thatcher, Robert W. 1991. Maturation of the Human Frontal Lobes: Physiological Evidence for Staging. Developmental Neuropsychology 1991, 7 (3), 397-419.

Trainor, Laurel J. & Trehub, Sandra E. 1993. What Mediates Infants' and Adults' Superior Processing of the Major Over the Augmented Triad? Music Perception 1993, Winter, Vol.11, No. 2, 185-196.

Trehub, Sandra E. 1994. Developmental Perspectives on Music Perception. Teoksessa Irène Deliège (toim.): Proceedings of 3rd ICMPC (Third International Conference for Music Perception and Cognition). Université de Liège. Liège: ESCOM (European Society for the Cognitive Sciences Of Music), 15-17.

Tulving, Endel 1983. Elements of episodic memory. Oxford Psychology Series No. 2. Thetford, Norfolk, Great Britain: Oxford University Press.

Underwood, Geoffrey 1978. Attentional Selectivity and Behavioural Control. Teoksessa Geoffrey Underwood (toim.): Strategies of Information Processing. Letchworth, Herfordshire, Great Britain: Academic Press, 235-266.

Upitis, Rena 1987. Toward a Model for Rhythm Development. Teoksessa J. Craig Peery, Irene Weiss Peery &Thomas W. Draper (toim.): Music and Child Development. The United States of America: Springer-Verlag, 54-79.

Vygotski, Lev Semjonovits 1982. Ajattelu ja kieli. Venäjänkielinen alkuteos 1931. Suomentajat Klaus Helkama & Anja Koski-Jännes. Espoo: Weilin + Göös.

Welsh, Marilyn & Pennington, Bruce F. & Groisser, Dena B: 1991. A Normative-Developmental Study of Executive Function: A Window on Prefrontal Function in Children. Developmental Neuropsychology 1991, 7 (2), 131-149.

Weyandt, Lisa L. & Willis, W. Grant 1994. Executive Functions in School-Aged Children: Potential Efficacy of Tasks in Discriminating Clinical Groups. Developmental Neuropsychology 1994, 10 (2), 27-39.

Wiggins, Jacqueline, H. 1994, Children's Strategies for Solving Compositional Problems with Peers, Journal of Research in Music Education 1994, 42 (3), 232-252.

Wiggins, Jacqueline, H. 1995. Building Structural Understanding: Sam's Story. The Quarterly Journal of Music Teaching and Learning 1995, VI (3), 57-73.

Wilson, Sarah J. & Wales, Roger J. 1995. An Exploration of Children's Musical Compositions. Journal of Research in Music Education 1995, Vol. 43, No. 2, 94-111.

Young, Richard M. 1978. Strategies and the Structure of a Cognitive Skill. Teoksessa Geoffrey Underwood (toim.): Strategies of Information Processing. Letchworth, Herfordshire, Great Britain: Academic Press, 357-401.

Zimmerman, Marilyn Pflederer 1986. Music Development in Middle Childhood: A summary of Selected Research Studies. Bulletin Council for Research in Music Education 1986, 86, 18-35.