

## **OPPIMISEN PEILI**

Peilineuronitutkimuksen soveltaminen instrumenttipedagogiikkaan

Seminaarityö

Syksy 2018

Opettajan pedagogiset opinnot

Tampereen yliopisto

Jerry Piipponen

Taideyliopiston Sibelius-Akatemia /

Puhaltimien, lyömäsoitinten ja harpun  
aineryhmä / kirjallinen työ

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA -MENETELMÄ	5
3 PEILINEURONIT	7
3.1 Peilineuronien määrittely	7
3.2 Peilineuronitutkimuksen historia	8
4 PEILINEURONIT JA OPPIMINEN	10
4.1 Matkimiskäyttäytyminen	10
4.2 Aivojen motorinen valikoima	12
4.3 Asiantuntijuus	14
4.4 Kehollisuus	15
5 PEILINEURONIT JA OPETTAMINEN	17
5.1 Moniaistinen opetus	17
5.2 Opettajan eleiden johdonmukaisuus	18
5.3 Sanallistamisen ongelma	20
6 VUOROVAIKUTUS OPETUSTILANTEESSA	22
6.1 Yksilöidenvälisyys	22
6.2 Sosiaalinen ilmapiiri	23
7 POHDINTA	26

## LÄHTEET

<b>Tutkielman tai kirjallisen työn nimi</b> Oppimisen peili – peilineuronitutkimuksen soveltaminen instrumenttipedagogiikkaan	<b>Sivumäärä</b> 33
<b>Tekijän nimi</b> Jerry Piipponen	<b>Lukukausi</b> Syksy 2018
<b>Aineryhmän nimi</b> Puhaltimien, lyömäsoitinten ja harpun aineryhmä	
<p>Seminaarityössä tutkittiin peilineuronien vaikutusta oppimiseen, opettamiseen ja sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella jo olemassa olevaa tutkimustietoa ja soveltaa sitä instrumenttipedagogiikkaan. Tutkimuksella pyrittiin ensisijaisesti vastaamaan kysymyksiin, mitä ovat peilineuronit, miten peilineuronit vaikuttavat oppimiseen, mikä on peilineuronien vaikutus opettamisen näkökulmasta ja miten peilineuronit ovat osallisena sosiaalisessa vuorovaikutuksessa.</p> <p>Integroivaan kirjallisuuskatsaukseen pohjautuva tutkimus pyrki tarkastelemaan peilineuroneihin liittyvä tutkimustietoa laaja-alaisesti, kriittisesti ja soveltavasti. Tutkimuksen fokuksessa oli erityisesti musiikki ja instrumenttipedagogiikka. Tavoitteena oli luoda neuro- ja kasvatustieteitä yhdistelemällä kiinnostava pedagoginen kokonaisuus, joka pyrkii selvittämään peilineuronien roolia ihmismielen toiminnassa ja sosiaalisessa vuorovaikutuksessa.</p> <p>Tutkimus vahvisti käsitystä peilineuroneista sosiaalisten taitojen, oppimisen sekä itsetietoisuuden ja kielen kehittymisen oletettuna neuraalisena perustana. Tutkimuksessa ihmisyyttä nähtiin jäsentyvän kolmijakoisesti tietoisuuden, kehon ja ympäristön muodostamana. Tutkimuksen lopputulemana opetuksen tulisi rakentua kokonaisvaltaisuuden, kehollisuuden ja osallistavuuden varaan. Oppilaan ainutkertaisuus niin kokemuksellisesti kuin fysiologisesti ohjasi tutkimustuloksissa opetusta kohti yksilöllistä ja aktiivista vuorovaikutusta.</p> <p>Tutkimuksessa käytetty kirjallisuus mahdollisti myös konkreettisten peilineuronien tutkimustietoa hyödyntävien instrumenttipedagogiikkaan sovellettavien harjoitteiden ja työtapojen kehittämisen.</p>	
<b>Hakusanat</b> peilineuronit, instrumenttipedagogiikka, musiikki, neurotieteet, kasvatustieteet	
<b>Säilytyspaikka</b> Taideyliopiston Sibelius-Akatemia	

# 1 JOHDANTO

Ihmismieli näyttäytyy minulle kiehtovana ja äärettömän monimutkaisena aihealueena. Vaikka mieli on ihmisille mitä henkilökohtaisin ilmiö, on se silti, ja ehkä juuri siitä johtuen, tieteelliselle tutkimukselle haastava kokonaisuus selitettäväksi. Kiinnostukseni mielen toimintaan on säilyttänyt innokkaan suhtautumiseni neuropsykologiaa ja neurotieteitä kohtaan lukion alusta aina yliopisto-opintojeni loppumetreille saakka. Kirjallisuuteen pohjautuvan tutkimukseni myötä koen nälän vain kasvaneen ja näen aihealueen piirissä loputtomasti opittavaa ja sovellettavaa. Sibelius-Akatemian opintojen aikana tulin useaan otteeseen pohtineeksi varsinkin lyömäsoittimiin liittyvän visuaalisuuden vaikutusta äänen havainnointiin sekä visuaalisen ja kuulohavainnon toisiinsa kietoutuvaa kokemusta erityisesti yleisön näkökulmasta. Ensimmäinen otsikko tutkimukselleni olikin *Eleet osana äänen kokemusta*. Tutkimuksen oli määrä käsitellä niitä periaatteita, jotka vaikuttavat esimerkiksi siihen, kuinka kuulija kokee erinäiset musiikilliset ilmiöt riippuen siitä, näkeekö hän soittajan eleitä vai ei. Kiinnostavana näin esimerkiksi sen, voisiko soittamiseen liittyvillä eleillä tehdä äänestä soivan, tumman, lyhyen, eloisan ja niin edelleen. Tutkimukseni fokus muuntui ja tarkentui kuitenkin vähitellen sen edetessä.

Tutkittuani eleitä käsittelevää kirjallisuutta tutkimukseni pohjaksi törmäsin toistuvasti mainintoihin peilineuroneista ja niiden vaikutuksesta ihmisten väliseen vuorovaikutukseen. Peilineuroneissa vaikutti lepäävään yhteys hyvin monenlaisiin sosiaalisen kanssakäymisen muotoihin aina empatiasta matkimiseen ja oppimiseen. Kiinnostuin näistä aivojen hermosoluista erityisesti niiden oppimista tukevan luonteen vuoksi. Koin niiden tarjoavan mielenkiitoista tutkimustietoa instrumenttipedagogiikkaan sovellettavaksi. Etsin kirjallisuutta tarkoituksella sekä neuro- että kasvatustieteiden alueilta, ja pyrin kokoamaan peilineuronimaininnoista itseäni kiinnostavan pedagogisen kokonaisuuden. Tutkimuksen lopullinen muoto jäsenyi työn edetessä, mutta alusta alkaen keskiössä olivat peilineuroneiden vaikutus opettamiseen ja oppimiseen sekä opetustilanteisiin kiinteästi liittyvät ihmisten väliset vuorovaikutussuhteet. Näiden teemojen ympärille valikoitui ensisilmäyksellä kenties hieman hajanainenkin joukko väliotsikoita, jotka kuitenkin mielestäni avaavat peilineuroneiden moninaista roolia ihmismielen toiminnassa ja sosiaalisessa vuorovaikutuksessa.

Syventyessäni aiheeseen tutustuin myös peilineuroneihin kohdistuvaan kritiikkiin, joka kyseenalaisti ensisijaisesti peilisolututkimuksista tehtyjä liian pitkälle vietyjä johtopäätöksiä ja erityisesti tutkimustiedon ihmiskäyttämistä liian yksioikoisesti selittäviä päätelmiä. Mielestäni onkin tärkeää huomauttaa jo tutkimukseni johdannossa, että eettisistä syistä johtuen peilineuronitutkimusta on tehty ihmisillä yhden solun tarkkuudella hyvin vähän. Monet esitetyistä ajatuksista pohjaavat ensisijaisesti makakiapinoilla tehtyihin tutkimuksiin, eikä kaikkia johtopäätöksiä voida suoraan soveltaa ihmisiin. Näen kuitenkin saadun tutkimustiedon mielenkiintoisena näkökulmana ihmisten väliseen vuorovaikutukseen. Itselleni tämä kirjallinen työ sekä sen syntyyn vaikuttanut kirjallisuus ovat käynnistäneet uusia ajatusketjuja oman opettajuuteni kehittämiseksi. Pysin tässä tutkimuskirjallisuuden pohjaavassa tutkimuksessani saattamaan yhteen omasta näkökulmastani hedelmällisimpiä tutkimustuloksia, teorioita ja pohdintoja.

## 2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA -MENETELMÄ

Tutkimukseni jäsentyy neljän ydinkysymyksen ympärille:

- mitä ovat peilineuronit?
- miten peilineuronit vaikuttavat oppimiseen?
- mikä on peilineuronien vaikutus opettamisen näkökulmasta?
- miten peilineuronit ovat osallisena sosiaalisessa vuorovaikutuksessa?

Edellä mainittuja kysymyksiä tarkastelen integroivan kirjallisuuskatsauksen keinoin. Tällä tarkoitetaan tutkittavaa aihetta laaja-alaisesti lähestyvää kirjallisuuskatsausta, joka pyrkii jo olemassa olevan tiedon esittelyyn, kriittiseen tarkasteluun sekä soveltamiseen (Salminen 2011, 8). Tarkastelen aiheitani erityisesti musiikin ja instrumenttipedagogiikan näkökulmasta. Olen pyrkinyt jäsentämään keräämääni tietoa mahdollisimman yleispätevään muotoon, jotta mahdolliset instrumenttikohtaiset eroavuudet eivät vaikuttaisi

tutkimuksen sovellettavuuteen. Tästä huolimatta jotkin esiin nostamistani esimerkeistä soveltuvat paremmin toisille soittimille kuin toisille. Esimerkiksi puhallinsoittimien kanssa visuaalisten matkimisharjoitteiden soveltaminen voi olla hankala, sillä äänenmuodostus tapahtuu pääosin ulospäin näkymättömillä lihaksilla. Kuitenkin vaikkapa kuulonvaraisesti sovellettavat harjoitteet ovat mahdollisia näilläkin soittimilla. Lyömäsoittajana oma instrumenttini ohjaa tutkimukseni soveltavavia pohdintoja vähintäänkin tiedostamattomalla tasolla.

Kirjallisuuskatsauksen keskeiseksi teokseksi olen valinnut Marco Iacobonin *Ihmisten peilaus*. Kirja käsittelee varsin yleistajuisesti peilineuroneihin liittyvän tutkimuksen historiaa ja saadun tiedon sovelluksia. Tämän rinnalla viittaa useasti Riitta Harin, Jaakko Järvisen, Johannes Lehtosen, Kirsti Lonkan, Anssi Peräkylän, Ilkka Pyysiäisen, Stephan Saleniuksen, Mikko Samsin ja Petri Ylikosken kirjoittamaan kirjaan *Ihmisen mieli*. Kirja tarkastelee mieltä useasta eri näkökulmasta niin biologisessa, sosiaalisessa kuin kulttuurisessakin kontekstissa. Kolmantena keskeisistä kirjoista on Rolf Inge Godøyn ja Marc Lemanin toimittama artikkelikokoelma *Musical Gestures – Sound, Movement, and Meaning*. Valitsin kirjan alkuperäisen eleitä käsittelevän aiheeni pohjateokseksi, mutta sen monisyiset tarkastelukulmat toivat myös huomattavan määrän tietoa peilineuronitutkimukseeni. Kirja käsittelee musiikilliseen toimintaan ja havainnointiin liittyviä eleitä voimakkaasti tutkimustietoon nojaavalla otteella.

Kirjallisuuskatsauksen aikana tutustuin myös peilineuroneita ja varsinkin niiden tutkimusten pohjalta liian suoraviivaisesti tehtyjä johtopäätöksiä kritisoiviin julkaisuihin. Kriitikki nosti myös osaltaan omaa varovaisuuttani tutkimustiedon ylimalkaiseen soveltamiseen. Pyrin suhtautumaan lukemaani kirjallisuuteen kriittisesti ja tarttumaan tarkemmin ainoastaan kokonaisuuksiin, jotka nousevat esiin useamman eri alan kirjallisuudesta. Tutkimuskysymysteni ohjatessa pääotsikoita jäsenyivät väliotsikot eri teoksissa toistuvien aiheiden mukaan. Tutkimuksellani pyrin avaamaan peilineuroneiden ympärille kietoutunutta tieteellistä keskustelua ja soveltamaan siitä saatavaa tietoa instrumenttipedagogiaan.

### 3 PEILINEURONIT

#### 3.1 Peilineuronien määrittely

Peilineuroneilla tarkoitetaan hermosoluja, jotka reagoivat itsen ja toisten toteuttamiin toimintoihin sekä toiminnan tavoitteisiin. Peilineuronit simuloivat eli luovat toiminnallisia malleja havaittujen eleiden, ilmeiden, liikkeiden, äänien ja toiminnan tavoitteiden pohjalta. Toisen toiminnan ja toiminnan aikeiden tarkkailu saa aivoissa aikaan vasteen, joka näyttyy samantyyppisenä kuin meidän itsemme tehdessä vastaavaa toimintoa. (Iaconi 2008, 14–15, 35.) Aikaisemman paradigman mukaan toiminnan havainnointi ja toiminto itse ovat itsenäisiä ja aivoissa toisistaan erillään. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että havainto ja toiminto ovat neuraalisesti tarkasteltuna yksi ja sama asia, joka konkretisoituu juuri peilineuroneissa. (Iaconi 2008, 19–21.)

Kaikki, mitä nähdään, koetaan ja muutoin aistitaan, peilautuu neuraalisesti suhteessa yksilön omiin kokemuksiin ja ympäristön vaikutteisiin. Tämän niin kutsutun tilanteen ohjaamana peilineuronien muodostama kokonaisuus tarjoaa yhden väylän ihmisten välisen ei-symbolisen kommunikation tulkinnalle (Hari, Järvinen, Lehtonen, Lonka, Peräkylä, Pyysiäinen, Salenius, Sams & Ylikoski 2015, 11). Peilautumisjärjestelmän muodostama yhteys itsen ja toisen välillä tukee sosiaalisten taitojen, empatian, itsetietoisuuden sekä kielen kehitystä (Iaconi 2008, 191). Näiden inhimillisten piirteiden kehittyminen ei näyttäisi vaativan erityisiä kognitiivisia ponnistuksia, vaan peilineuronit toimivat tietoista pohdintaa edeltävillä tietoisuuden tasoilla. Näitä automaattisesti toimivia peilineuroneita kutsutaan myös premotoneuroneiksi. (Iaconi 2008, 199.)

Matkimiskäyttämistä on pidetty yhtenä keskeisimpänä elementtinä puhuttaessa ihmisten oppimiskyvystä. Peilineuronien löytymisen myötä tälle oppimista tukevalle matkimiselle on vahvistunut myös neurologinen perusta. (Keysers ym. 2003 Godøyn 2010, 108 mukaan.) Myös Hari ym. (2015, 71) kirjoittavat peilineuronien keskeisyydestä osana matkimiskäyttämistä ja oppimista. Peilautumisjärjestelmä nähdään oleellisesti osana intersubjektiiivisuutta, eli subjektiivisten kokemusten jakamista ja yhteistä ymmärrystä (ks. luku

6.1). Peilineuronit mahdollistavat toisten ihmisten aikeiden ennakoimisen sekä ilmeiden ja muiden eleiden tulkinnan. (Hari ym. 2015, 71.) Peilineuronit toimivat evolutiivisista lähtökohdista, mutta ovat olennaisessa osassa piilotetumpien merkitysten ymmärtäjinä. Hienosyisesti eriytyneet peilineuronit auttavat yksilöitä ymmärtämään toisiaan myös hyvin abstraktilla tasolla. (Iacoboni 2008, 34.)

### 3.2 Peilineuronitutkimuksen historiaa

Giacomo Rizzolattin työryhmä havaitsi peilineuronit Parman yliopistossa hieman sattuman kautta vuonna 1992. Työryhmä tutki makakiapinoiden aivojen neuraalisia vasteita motoristen toimintojen yhteydessä. Makakiapinoita hyödynnettiin aivotutkimuksessa, sillä niiden neokorteksin rakenne vastaa suhteellisen hyvin ihmisäivojen rakennetta. Yksittäiseen neuroniiin kiinnitetyn elektrodin oli tarkoitus auttaa ymmärtämään makakin tarttumistoiminnan vasteita liikesoluissa. Neuraalisia vasteita saatiin yllättäen kuitenkin myös silloin, kun apina ainoastaan tarkkaili kokeentekijän suorittamaa tarttumistoimintoa. (Iacoboni 2008, 17–18.) Myöhemmissä tutkimuksissa havaittiin myös, että samanlainen motorinen suunnitelma käynnistyy makakeilla myös pelkkää toiminnan kohdetta tarkasteltaessa (Rizzolatti & Sinigaglia 2008, 79).

Rizzolattin ohella peilineuronit löytäneessä työryhmässä työskentelivät Vittorio Gallese, Luciano Fadiga ja Leo Fogassi (Iacoboni 2008, 24–35). Nämä tutkijat olivat ensimmäisten joukossa selvittämässä, mistä pelkkään toiminnan havainnointiin reagoivissa neurooneissa oli kysymys. Aikaisemman paradigman mukaan havainto, toiminto ja niiden väliin jäävä kognitio nähtiin kolmena erillisenä aivojen tapahtumana. Lihaksia kontrolloivien aivosolujen ei siis tämän paradigman mukaan tulisi laueta, kun lihakset eivät ole toiminnassa. Nyt makakeilla tehdyt kokeet kuitenkin osoittivat, että näin ei ole, vaan havainto ja toiminto ovat aivotoiminnan tasolla itse asiassa saman asian kaksi erilaista ilmenemismuotoa. (Iacoboni 2008, 19–21.)

Ensimmäiset peilineuroneita käsittelevät tutkimukset kohdistuivat lähinnä makakeihin, sillä kirurgisesti aivoihin istutettavat elektrodit eivät olleet eettisistä syistä soveltuvia



ihmisillä tehtäviin kokeisiin. Vuosituhannen taitteessa saatiin ensimmäisiä tutkimustuloksia peilineuronien olemassaolosta myös ihmisaivoissa. Luciano Fadiga oli ensimmäisten joukossa tutkimassa ihmisten peilineuroneja. Hänen kokeissaan TMS eli transkraniainen magneettistimulaatio paljasti peilineuronit indusoimalla koehenkilöiden premotoriselle kuorialueelle perustason jännitteen, joka käsien toimintaa seurattaessa aiheutti käsien lihasten tahdosta riippumattomia liikkeitä. Koehenkilöiden aivot loivat peilisoluteorian mukaisesti motorisen simulaation havaitusta toiminnasta, ja tämä simulaatio tuli konkreettisesti näkyville TMS:n aikaansaamissa käsien liikkeissä. (Iacoboni 2008, 48.) Toisessa ihmisaivojen peilineuroneita tarkastelevassa tutkimuksessa Valeria Gazzola löysi peilineuroneita ihmisen suun liikkeitä ohjaavalta aivokuorelta. Tutkimuksessa peilineuronit laukesivat pelkkää toimintaa kuunneltaessa, kun koehenkilöiden suun liikkeistä vastaava aivokuori reagoi omenan syömisestä syntyviin ääniin. (Levitin 2010, 263–264.)

Peilineuronien varsinaista läpimurtoa saatiin odottaa vielä liki kymmenen vuotta ensimmäisen vuonna 1992 tehdyn havainnon jälkeen. Merkittävänä käännekohtana peilineuronien tunnustukselle voidaan pitää neurotutkija Vilayanur Ramachandranin vuonna 2000 kirjoittamaa artikkelia, jossa hän esitti, että peilineuronien löytyminen saattaisi olla merkitykseltään psykologialle yhtä voimakas kuin DNA:n löytyminen oli biologialle (Taylor 2016). Tämän jälkeen varsinkin tiedettä popularisoivassa kirjallisuudessa peilineuronit ovat saaneet jopa liian innostuneen vastaanoton, ja niiden avulla on pyritty selittämään yksioikoisesti niin yritysmaailmaa, kansainvälistä diplomatiaa kuin lasten osallistumista musiikkileikkikoulun opetukseen (Hari ym. 2015, 74; Taylor 2016). Nykyisin peilineuronien tutkimus edustaakin kriittisempää ja maltillisempaa suuntaa, jossa ollaan luopumassa ajatuksesta peilineuronien kaikkivoipaisuudesta (Taylor 2016). Mielestäni tietämys peilineuronien tutkimuksesta tarjoaa saamastaan kritiikistä huolimatta kiinnostavan pohjan erilaisten pedagogisten lähestymistapojen tarkasteluun.

## 4 PEILINEURONIT JA OPPIMINEN

### 4.1 Matkimiskäyttäytyminen

Matkiminen voidaan nähdä kielen ohella yhtenä keskeisimmistä inhimillisistä piirteistä. Matkiminen toimii pohjana oppimiselle, joka mahdollistaa sosiaalisessa kontekstissa niin kulttuurin kuin kielenkin syntymisen ja kehittymisen. Oppimisen, kulttuurin ja kielen suhde kietoutuvat tiiviisti toistensa ympärille, eikä yhtä ole mielekästä tarkastella ilman toista. Kulttuurista siirtoa käsitellessään Iacoboni (2008, 43–46, 191) nostaa esille Richard Dawkinsin meemiteorian, joka rinnastaa oivaltavasti sukupolvelta toiselle siirtyvät meemit eli käyttäytymismallit geeneihin eli biologisiin perintötekijöihin. Meemiteoria havainnollistaa sitä voimakasta vaikutussuhdetta, joka kulttuurilla on yksilön kehitykseen. Myös Hari ym. (2015, 10) tarttuvat tähän samaan ilmiöön korostaen meemien ja yksilönkehityksen molemminpuolista vaikutussuhdetta. Kulttuuria ja yksilön tietoisuutta ei tulisi nähdä toisistaan erillisinä, vaan toisiinsa lakkaamatta vaikuttavana jatkumona. (Hari ym. 2015, 10; Iacoboni 2008, 43–46, 191.)

Peilineuronit ovat matkimiskäyttäytymisen oletettuna neuraalisena perustana mahdollistamassa erinäisten taitojen oppimisen läpi koko yksilön kehityksen. Lapset matkivat ensimmäisinä ikävuosinaan innokkaasti ympärillään olevia ihmisiä. Matkiminen tarjoaa keinon sanattomaan vuorovaikutukseen, joka opettaa lapselle kognitiivisia ja sosiaalisia taitoja. Varsin varhaisessa vaiheessa lapselle syntyy implisiittinen käsitys siitä, että häntä matkitaan ja *toiset* erottuvat lapsen kokemuksesta *itsestä*. Lapsen varttuessa matkimiskäyttäytymisessä korostuukin yhä enenevässä määrin lapsen oma tahto. Lapsien synnynäinen valmius matkimiselle viittaisi matkimiskäyttäytymisen taustalla olevan suhteellisen yksinkertainen ja perustavanlaatuisen neuraalinen järjestelmä. (Hari ym. 2015, 59, 73; Iacoboni 2008, 44–45.)

Lapset lähestyvät luontaisesti matkimista ikään kuin he matkisivat peilin edessä. Peilimatkimisella tarkoitetaan matkimiskäyttäytymistä, jossa esimerkiksi kasvatusten olevista henkilöistä toinen nostaa oikean kätensä ylös ja matkiva henkilö vasemman.

Anatomisessa matkimisessa sen sijaan kumpikin henkilöistä nostaa oikean kätensä. Peilimatkimisen on todettu väistyvän iän myötä vähitellen anatomisesti oikean matkimisen tieltä. Peilineuronien osalta vastaavaa muutosta ei kuitenkaan tutkimusten mukaan vaikuttaisi tapahtuvan, vaan aikuisilla koehenkilöilläkin peilineuronit reagoivat voimakkaammin peilimatkimiseen suhteessa anatomiseen matkimiseen. (Iacoboni 2008, 57–58.) Mielestäni tämä on mielenkiintoinen havainto myös oppimisen ja opettamisen näkökulmasta. Vaikka voimakas peilisolujen vaste ei toki vielä sellaisenaan ole merkki tehokkaasta oppimisesta, vaikuttaisi anatomisesti oikea matkiminen vaativan edellisten tutkimusten valossa aivoilta ylimääräisiä ponnistuksia kaiken ikäisillä oppijoilla. Kenties peilimatkimisen huomioiminen opetuksessa voisi helpottaa etenkin nuoren oppilaan kykyä hahmottaa opeteltavia ilmiöitä.

On tärkeää huomata, että matkiminen ei kuitenkaan vaikuttaisi olevan peilineuroneiden ainoa tehtävä, vaan ne keskittyvät ensisijaisesti toimintaa ohjaavien tavoitteiden havaitsemiseen (di Pellegrino ym. 1992 Rizzolatti & Sinigaglia 2008, 97 mukaan). Useissa tutkimuksissa onkin osoitettu, että peilineuronit reagoivat voimakkaammin seurattavan toiminnan tavoitteisiin kuin pelkkiin toimintoihin (Iacoboni 2008, 56, 63). Tämä havainto tukee myös näkemystä toimintojen ideomotorisesta mallista, joka tarjoaa peilineuronien näkökulmasta paremmin yhteen sovitettavan teorian kuin sensomotorinen malli. Sensomotorisen mallin mukaan koettu ärsyke aiheuttaa aivoissa suoran vasteen, joka johtaa toimintaan. Ideomotorisessa mallissa sen sijaan toimintojen käynnistäjinä nähdään intenciot. Ärsyke aktivoi aivojen mentaaliset mallit, jotka ovat syntyneet yksilön toimintojen aikaansaamista vaikutuksista oppimalla. (Iacoboni 2008, 50.)

Matkimisen tavoitteellisuutta tutkittiin muun muassa Harold Bekkeringin matkimiskokeessa, jossa tutkija ja lapsi istuivat vastakkain eri puolilla pöytää. Tutkija pyysi lasta toistamaan omat liikkeensä nostaen ensin vasemman kätensä eteensä pöydälle ja seuraavaksi toistaen liikkeen, mutta tällä kertaa siirtäen vasemman kätensä pöydälle kehon oikealle puolelle. Kokeen ensimmäinen vaihe jatkui toistaen liikkeitä kummallakin kädellä ja kummallekin puolelle. Lapset pystyivät matkimaan nämä ipsilateraaliset eli kehon samalla puolella pysyvät liikkeet ja kontralateraaliset eli kehon keskiviivan ylittävät liikkeet vaivatta. Kokeen toisessa vaiheessa pöytään piirrettiin pisteet samoille kohdille, joissa tutkijan vasen ja oikea käsi olivat olleet. Matkimiskoe toistettiin uudestaan, mutta nyt lapset alkoivat tehdä virheitä kokeessa. Kun tutkija peitti oikeanpuoleisen pisteen

vasemmalla kädellään, saattoivat lapset peittää saman pisteen vasemmalla kädellään. Työryhmä esitti, että virheellisen käytöksen syynä oli lapsien kenties tiedostamaton tulkinta, joka nosti pisteiden peittämisen matkimisen ensisijaiseksi tavoitteeksi. Lapsi pyrki siis peittämään pisteet lyhyintä mahdollista reittiä, eikä enää varsinaisesti matkinut tutkijan käsien liikkeitä. (Iacoboni 2008, 54–56.)

#### 4.2 Aivojen motorinen valikoima

Aivojen motorisella valikoimalla tarkoitetaan jo opittujen taitojen aivoihin tallentuneita mentaalisia malleja. Tutkimusten mukaan peilineuronit eivät reagoi sellaisen toiminnan havainnointiin, joka ei kuulu havaintoja tekevän yksilön aivojen motoriseen valikoimaan. Ihminen ei siis neuraalisella tasolla voi samaistua vaikkapa kasvien yhteyttämiseen, sillä yhteyttäminen ei sellaisenaan kuulu ihmisen kokemuspäiriin. Yhtä lailla aivojen motoriseen valikoimaan kuuluvan toiminnan tarkkailu vaikuttaisi vaativan aivoilta vähäisempiä ponnistuksia toiminnan merkitysten ymmärtämiseen kuin valikoimaan kuulumattoman toiminnan tarkkailu. Matkimiskäyttäytyminen ja sen myötä oppiminen kuitenkin muovaavat aivojen rakennetta muuttaen samalla peilineuroneiden sekä niiden funktioiden luonnetta. Näin ollen aivojen motorinen valikoima on jatkuvan muutoksen kohteena. (Iacoboni 2008, 38–40; Rizzolatti & Sinigaglia 2008, 138.)

Neuroplastisuudella tarkoitetaan aivojen muovautuvuutta eli niiden kykyä uudelleenjärjestymiseen. Erityisesti kyky näyttäytyy silloin, kun aivovaurion tai trauman myötä aivoalueet joutuvat ottamaan tehtäväkseen vaurioituneiden alueiden toimintoja. (Levitin 2010, 91.) Muovautuvuutta tapahtuu kuitenkin myös erilaisten toistuvien kokemusten ja esimerkiksi harjoittelun myötä. Muistijälki on sitä vahvempi, mitä useammin alkuperäinen ärsyke on koettu. Yhtäaikaaisesti aktivoituvat solut kytkeytyvät toistojen myötä toisiinsa ja laajempiin aivoalueisiin vaikuttavat ärsykkeet muovaavat lopulta aivojen rakennetta pysyvästi. (Hari ym. 2015, 40; Levitin 2010, 197.) Kokemukseni mukaan tällainen toistoihin pohjautuva oppiminen on erittäin keskeinen osa instrumenttiharjoittelua. Oppimisprosessi muodostuu useista toisteisista harjoitteista, joita kehitetään teosten vaatimien ongelmakohtien ratkaisemiseksi. Harin ym. (2015, 50) mukaan aivojen muovautuvuutta

on pystytty seuraamaan myös tutkimuksissa, ja esimerkiksi impulssien etenemistä aivojen hermosoluissa nopeuttavan myeliinin on osoitettu lisääntyvän harjoittelun myötä. Opeteltavan asian kannalta tämä tarkoittaa tehokkaampaa ja tarkoituksenmukaisempaa aivorakennetta. (Hari ym. 2015, 50.)

Motoriseen valikoimaan kuuluvat taidot mahdollistavat myös jo opittujen taitojen hyödyntämisen uusien taitojen opettelussa. Esimerkiksi jo kertaalleen opittuja liikeratoja voidaan sellaisenaan soveltaa vastaavan toiminnon toteuttamiseen. Tämän ohella aivot kykenevät myös yhdistelemään monipuolisesti eri aivoalueita erilaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. (Gibet 2010, 214.) Musiikin näkökulmasta tarkasteltuna on mahdollista havaita yhteneväisyyksiä musiikillisten eleiden ja musiikin ulkopuolelta tuttujen eleiden väliltä (Godøy 2010, 107). Soittimen opiskeluun, varsinkin opintojen alkuvaiheessa, voitaisiinkin mahdollisesti hyödyntää esimerkiksi ennalta tuttuja liikeratoja, joita pystytään soveltamaan myös varsinaiseen äänen tuottamiseen. Jo opitun taidon ja uuden oppimisen välimaaston sijoittuu psykologi Lev Vygotskin jo 1930-luvulta peräisin oleva lähikehityksen vyöhykkeen käsite. Lähikehityksen vyöhykkeeksi kutsutaan sellaista toimintaa, johon lapsi pystyy opettajan, aikuisen tai kehittyneemmän vertaisen kanssa, mutta ei vielä yksin. Oppiminen nähdään tapahtuvan juuri tällaisella vyöhykkeellä. (Hari ym. 2015, 65.)

Aivojen motorisen valikoiman muuntumista ja kehittymistä on tutkittu muun muassa apinoiden työkalujen käytön yhteydessä. Pier Francesco Ferrarin tutkimukset osoittivat, että työkalujen käyttö ja niiden käytön havainnointi synnyttivät uusia peilineuroneita, jotka olivat erikoistuneet kyseisten työkalujen käyttöön. Näiden työkalujen käyttöön reagoivien peilineuronien kehittyminen nähtiin tutkimuksissa hermostollisena muutoksena, joka saattaisi myöhemmin mahdollistaa apinoilla kyseisten työkalujen käyttöön vaadittavan motoriikan kehittymisen. (Iacoboni 2008, 38–40.) Uusien työkalujen käytölle ja uusille toimintatavoille ei useimmissa tapauksissa löydy valmiita hermoyhteyksiä, vaan ne lainataan ja yhdistellään jo olemassa olevista yhteyksistä. Uusien taitojen oppiminen muuttaa aivojen rakennetta luoden samalla uusia ajattelun malleja. (Hari ym. 2015, 28.)

### 4.3 Asiantuntijuus

Aivokuvauksissa on havaittu, että asiantuntijuuden kehittymisen myötä myös peilineuronien toiminta muuttuu. Syntyvä aiovaste on voimakkaampi, jos havaittu toiminta on itselle tuttua ja merkityksellistä. (Iacoboni 2008, 160.) Vastaavasti on myös osoitettu, että asiantuntijoiden seurattessa oman osaamisalansa toimintaa käynnistyvät hyvin erilaiset aivoalueet kuin noviisien seurattessa samaa toimintaa (Iacoboni 2008, 182). Aivokuvauksissa havaittujen erilaisuuksien keskiössä vaikuttaisi olevan Marcus Raichlen ja työryhmänsä löytämä aivojen niin kutsuttu oletustilaverkosto (*Default Mode Network*). Tämä verkosto on neuraalinen järjestelmä, joka aktivoituu silloin, kun aivot eivät työskentele minkään kognitiivisen toiminnon parissa. Asiantuntijoiden toimiessa itselleen tutun toiminnan parissa oletustilaverkosto aktivoituu, kun toiminnan kannalta keskeinen tieto löytyy jo valmiina muistista. Noviisien kohdalla oletustilaverkosto joutuu kuitenkin väistymään kognitiivisen päättelyn tieltä. (Iacoboni 2008, 186.)

Uutta soitinta tai soittotekniikkaa harjoiteltaessa toiminta vaatii aluksi aivoilta runsaasti resursseja, mutta vähitellen iso osa toiminnasta automatisoituu ja resursseja vapautuu muihin toimintoihin (Gibet 2010, 216–217). Harjoittelun alkuvaiheessa esimerkiksi tunto-, kuulo- ja näköaistit ovat kokonaan sidotut soiton perusteiden ylläpitämiseen. Automatisoitumisen myötä nämä aistit vapautuvat kuitenkin vähitellen musiikin muiden osa-alueiden tarkasteluun. (Hari ym. 2015, 119.) Samalla myös pienemmät lihasten osatoiminnot alkavat linkittyä toisiinsa muodostaen laajempia kokonaisuuksia. Automatisoitumisen vahvistuessa näitä kokonaisuuksia pystytään käsittelemään yksikköinä, eikä jokaista pienempää osatoimintoa tarvitse enää tarkastella yksittäisenä. (Gibet 2010, 218.)

Aivojen motorinen valikoima ja sen laajenemisen myötä kehittyvä asiantuntijuus ovat mielestäni kiinnostava kokonaisuus niin oppimisen kuin opettamisenkin näkökulmasta. Peilineuronien voimakas linkittyminen matkimiseen ja oppimiseen luovat pohjan uusien taitojen oppimiselle. Opettajan haasteeksi jää kuitenkin yhteisen kielen löytäminen oppilaan kanssa. Kuinka muotoilla opetettava ilmiö oppilaan näkökulmasta ymmärrettävään muotoon, kun se ei vielä kuulu oppilaan aivojen motoriseen valikoimaan, eikä siten ole vielä osa oppilaan kokemusmaailmaa? Opettajalle opetettava asia on ennalta tuttu, mutta oppilas joutuu lähestymään opetettavaa asiaa ilman kyseisen toiminnon toteuttamiseen

vaadittavia mentaalisiä malleja. Mielestäni mielekäs opettaminen vaatiikin asian purkamista riittävän pieniin osasiin, jotta oppilas voi tarkastella niitä suhteessa jo osaamaansa. Opettamisessa voitaisiin mahdollisesti hyödyntää vaihdellen joitakin näköaistille, kuuloaistille tai motoriikalle tuttuja ilmiöitä. Näin oppimisessa on mahdollista edetä tuttuja asioita yhdistelemällä yhä monimutkaisempiin kokonaisuuksiin. Tämä lähestymistapa on linjassa myös kasvatuspsykologi Jean Piagetin assimilaatiota ja akkommodaatiota käsittelevän teorian kanssa. Teorian mukaan uusi tieto yhdistyy osaksi aikaisempia mentaalisiä toiminta- ja tietomalleja, eli skeemoja. Uuden tiedon liittyessä osaksi vanhaa Piaget käyttää tästä nimitystä assimilaatio, ja vanhan tiedon korvautuessa kokonaan uudella hän kutsuu sitä akkommodaatioksi. (Hodges & Sebald 2011, 264–265.) On huomion arvoista, että tieto voi olla myös ei-symbolista, ja se voi edeltää tietoista kognitiota. Tällainen tieto syntyy kokemuksellisesti erinäisten aistimusten, tuntemusten ja kehollisten havaintojen myötä (Anttila 2013, 33). Tätä niin kutsuttua kehollisuutta tarkastelen lähemmin seuraavassa luvussa.

#### 4.4 Kehollisuus

Kehollisen tai ruumiillisen käänteen myötä syntynyttä kognitiotiedettä kutsutaan muun muassa nimellä *embodied cognition* (Anttila 2013, 31, 38). Godøyn (2010, 108) *body-based cognitive schemata* edustaa mallia kehollisista kokemuksista, tiedoista ja taidoista, jotka ihminen oppii toimiessaan ympäröivässä maailmassa sekä tarkkaillessaan ja ennakoidessaan ympärillä toimivia yksilöitä. Nämä opitut mallit ohjaavat ihmisen havaintoja maailmasta sekä toimintaa yleisesti niin tietoisella kuin tiedostamattomallakin tasolla. (Godøy 2010, 108.) Vastaavasti myös Antonio Damasio (2010, 102–103) esittää *as-if body loop* -mallissaan, että ihminen kykenee kokemaan havaitsemiaan toisten ihmisten kehojen tiloja ikään kuin (*as if*) kokisi kyseessä olevaan toimintoon liittyvät tuntemukset itse (Damasio 2010, 102–103). Peilineuroniteoriat vaikuttaisivat tukevan näkemystä kehollistuneesta kognitiosta, jossa erilaisten kehollisten kokemusten ja aistimusten nähdään muovaavan ihmisen ajattelua (Iacoboni 2008, 74).

Kehollisella oppimisella viitataan yleisesti ihmisen koko kehon sekä sosiaalisen ja fyysisen ympäristön vaikutuksen huomioivaan oppimisen teoriaan. Kehollinen tieto muodostuu kokemuksellisesti ympäristöstä tehtyjen ja siihen reagoivien aistimuksien, tuntemuksien ja muiden ei-symbolisten kokemusten pohjalta. Ihmisen tietoisuus ei ole kehostaan ja ympäristöstään irrallinen, vaan toimii kehollisuutensa muodostamien raamien suuntaamana ja rajoittamana. Ympäristön, kehon ja aivojen välillä informaatio siirtyy vastavuoroisesti toinen toisiinsa vaikuttaen. (Anttila 2013, 31–38.) Vastaava ihmisyyden kolmijako mielen, kehon ja ympäristön muodostamana toistui eri tutkimuksissa useammassa eri yhteyksissä. Muun muassa Harin ym. (2015, 9, 29) mukaan mielen kehitystä tulisi tarkastella suhteessa aivojen, muun kehon sekä fyysisen ja sosiaalisen ympäristön toimintaan (Hari ym. 2015, 9, 29).

Vaikka psykologi Lauri Rauhala (2017, 41–42) ei lähestykään ihmisen kokonaisuutta ensisijaisesti neurotieteiden näkökulmasta, muodostuu hänen holistinen ihmiskäsityksensä myös kolmijakoisesti kehollisuudesta, tajunnallisuudesta ja situationaalisuudesta (Rauhala 2017, 32). Situationaalisuus eli tilannesidonnaisuus tarkoittaa ihmisen vääjäämättömyyttä kietoutuneisuutta ympäröivään todellisuuteen. Ihminen ja hänen tietoisuutensa toimivat ja muovautuvat suhteessa kulloinkin vallitsevaan elämäntilanteeseen ja ympäristöön. (Rauhala 2017, 41–42.) Ajallis-paikallisesti rajautuvan yhteisön rakenteet ohjaavat ihmisen kehitystä hänestä riippumatta heti syntymästä alkaen. Opettajan ja oppilaan välisessä suhteessa vallitseekin yksilölliset ja toisistaan poikkeavat merkitys- ja aikahorisontit, jotka rakentuvat kunkin yksilön tilanteen muovaamana. (Värri 2002, 16, 33.) Peilineuronit vaikuttaisivat tarjoavan erään kehollisuuteen nojaavan selitysmallin niin sosiaalisen tietoisuuden, kulttuurin kuin kielenkin kehitykselle. Sosiaalisen vuorovaikutuksen, aidon fyysisen kohtaamisen ja kokemuksellisuuden voidaan nähdä tukevan oppimista juuri peilineuroneiden kautta. (Sajaniemi & Krause 2012 Anttilan 2013, 39–40 mukaan.)



## 5 PEILINEURONIT JA OPETTAMINEN

### 5.1 Moniaistinen opetus

Multisensorinen eli moniaistinen opetus tukee tehokasta ja monipuolista oppimisprosessia, kun useat eri aistien kautta saatavat ärsykkeet tukevat toisiaan ja osallistavat aivoalueita laajemmin yhteistyöhön (Hodges & Sebald 2011, 279). Tutkimusten mukaan erityisesti aikuisilla oppijoilla multisensorinen opetus vaikuttaisi lisäävän aivojen muovautuvuutta ja näin edesauttavan uusien taitojen opettelua. Multisensoriset eli moniaistiset harjoitteet yhdistettynä mielekkään kokosiin opittaviin osasiin ja turvalliseen oppimisympäristöön tukevat oppilaan monipuolista kehitystä. (Hari ym. 2015, 41.) Instrumenttiopeutuksessa moniaistisuus on luonnollisesti läsnä sen jatkuvan havainnon, kognition ja toiminnan muodostaman ketjun myötä. Soittaminen vaatii tuotetun äänen kuuntelua, siihen reagoimista sekä tunto- että näköaistin ohjaamaa hienomotoriikkaa. (Leman 2008 Godøyn 2010, 106 mukaan.) Itse asiassa voidaan ajatella, että musiikin havaitseminen, erityisesti elävän musiikin kohdalla, on jo perusluonteeltaan multisensorista, sillä siinä yhdistyvät niin näkö- kuin kuuloaisti sekä yksilön aikaisemmat kokemukset musiikin tuottamiseen vaadittavasti kehollisista toiminnoista (Godøy 2010, 106).

Evelyne Kohler ja Christian Keysers osoittivat kokeissaan, että peilineuronien toiminta ei rajoitu pelkästään näkemiseen, vaan ne reagoivat myös kuulonvaraisiin ärsykkeisiin sekä kuulo- ja näköaistimusten yhdistelmiin (Iacoboni 2008, 35–36). Musiikissa ääntä tuottavat toiminnot, musiikillisia tapahtumia tukevat liikkeet sekä musiikin kanssa vuorovaikuttavat muut eleet ja ilmeet saavat peilineuroneissa aikaan vasteen, joka vaikuttaa siihen, kuinka esiintyjä ja kuulija kokevat musiikin ja millaisia tunteita musiikki heissä herättää (Zatorre, Chen & Penhune 2007 Hodgesin & Sebaldin 2011, 239 mukaan). Liikkeiden ja eleiden vaikutus musiikin kokemiseen riippuu tosin voimakkaasti kuulijan aikaisemmista musiikillista kokemuksista. Mikäli äänen tuottamiseen liittyvästä kehollisuudesta on kuulijalla vain vähän kokemuksia, on musiikkia tukevien eleiden vaikutuskin pienempi (Haueisen & Knösche 2001 Godøyn 2010, 106 mukaan).

Opettamisen näkökulmasta on mielenkiintoista, kuinka peilineuronit reagoivat vähiten toiminnan havainnointiin, keskinkertaisesti toiminnan toteuttamiseen ja eniten toiminnan matkimiseen. Tämä vaikuttaisi johtuvan siitä, että matkimisen yhteydessä toiminnan havaitseminen ja toteuttaminen tapahtuvat samanaikaisesti. (Iacoboni 2008, 52–53.) Mielestäni tämä tukee näkemystä aktiivisen vuorovaikutuksen tärkeydestä opetustilanteessa. Passiivisesti opetusta tarkkailevan oppilaan oppimisprosessi jää myös aivotutkimuksien valossa vajavaiseksi. Osallistava ja monipuolinen opettaminen haastaa oppilaan aivoja löytämään uusia yhteyksiä eri aivoalueiden välillä. Erinäiset kuulon- tai näönvaraiseen matkimiseen sekä niiden yhdistelmiin pohjautuvat harjoitteet mahdollistavat myös moniaistisuuden liittämisen opetukseen osaksi instrumentin hallinnan kehollista ulottuvuutta.

## 5.2 Opettajan eleiden johdonmukaisuus

Varsinaiset äänen tuottamiseen liittyvät eleet sekä niitä edeltävät ja seuraavat äänenmuodostusta tukevat eleet ovat voimakkaasti läsnä kaikissa musiikin havainnoimiseen liittyvissä kokemuksissa (Godøy & Leman 2010, 3). Eleet jäsentävät musiikin hahmottamista, mutta vaikuttavat myös siihen, millaisena soitettu ääni havaitaan (Jensenius, Wanderley, Godøy & Leman 2010, 12; Dahl, Bevilacqua, Bresin, Clayton, Leante, Poggi & Rasamimanana 2010, 42). Yksinkertaistetusti voidaan todeta eleiden tarkoittavan informaatiota välittäviä liikkeitä, joilla voidaan ilmaista erilaisia ideoita ja merkityksiä. Nämä ideat ja merkitykset tulkitaan suhteessa vallitsevaan kulttuuriseen kontekstiin, joka havaitsijan on tunnettava, jotta eleiden sisältämät merkitykset välittyvät toimijan toivomalla tavalla. (Godøy & Leman 2010, 5, 9.) Liikkeistä tulee eleitä vasta siinä vaiheessa, kun ne ovat osa kommunikaatiota ja eleiden vastaanottaja ne sellaisiksi tulkitsee (Jensenius ym. 2010, 12, 18).

Eleiden määritelmä yhdistää merkitykset ja liikkeet yhdeksi kokonaisuudeksi, joka helpottaa erilaisten toiminnan ja havainnon sekä yksilön ja ympäristön välisten vuorovaikutussuhteiden tarkastelua (Jensenius ym. 2010, 12). Musiikissa ei ole koskaan kyse pelkästään äänestä ja sen kuulemisesta, vaan monisyisesti nivoutuvasta kokonaisuudesta fyysisiä ja psyykkisiä kokemuksia (Leppert 1993, 409–410). Näkö- ja kuuloaistin

yhteisvaikutuksesta sekä esiintyjälle että yleisölle muodostuu esityksestä kokonaiskuva, jota he suhteuttavat jatkuvasti aikaisempiin havaintoihinsa muodostaen samalla täysin uusia tulkintamalleja kuulemalleen ja näkemälleen (LaBelle 2008, 468–472). Mielestäni opettajan eleitä ohjaavat samanlaiset lainalaisuudet kuin edellä on esitetty. Oppilas tulkitsee opettajan eleitä jatkuvasti suhteessa aiemmin oppimaansa, eikä opettaja voi olettaa kaikkien eleiden sisältämien merkitysten olevan lähtökohtaisesti oppilaan tulkittavissa.

Godøyn ja Lemanin (2010, 5) mukaan eleiden määritelmiä voidaan musiikillisessa kontekstissa tarkentaa edelleen kontrolloiviin, kommunikoiviin sekä vaikuttaviin eleisiin. Kontrolloivat eleet liittyvät soittimen varsinaiseen hallintaan ja äänenmuodostukseen, kun taas kommunikoivat eleet ovat osa soittajien keskinäistä vuorovaikutusta sekä esimerkiksi kapellimestarin toimintaa. Eleitä voidaan käyttää myös musiikin merkitysten korostamiseen sekä haluttujen mielikuvien voimistamiseen. Tässä yhteydessä eleet korostuvat kuulijoiden ja katsojien vaikuttamiseen pyrkivänä keinona. Näiden ominaisuuksien vuoksi musiikkiin liittyviä liikkeitä on mahdotonta tulkita ottamatta huomioon niiden sisältämää merkitysten viitekehystä. Eleiden käsitteleminen pelkkinä fyysisinä liikkeinä on ongelmallista juuri niiden sisältämän kaksitasoisuuden sekä merkitysten subjektiivisen luonteen vuoksi: liike on mitattavissa, mutta merkitykset eivät. (Godøy & Leman 2010, 5.)

Useissa peilineuroneita käsittelevissä tutkimuksissa on osoitettu, että opetustilanteissa opetettavan asian kanssa ristiriidassa olevat opettajan eleet pienentävät oppilaan todennäköisyyttä sisäistää opetettu asia (Iacoboni 2008, 66–67). Vastaavasti voidaan todeta, että opetettavan asian kanssa yhdenmukaiset eleet vahvistavat kerrotun tai soitettun asian uskottavuutta (Schneider 2010, 72). Hieman triviaalina yksityiskohtana nostettakoon vielä esiin Istvan Molnar-Szakacsin johtama tutkimus, jossa todettiin ikonisten eli kuvailuvien ja merkityksiä luovien eleiden käynnistävän peilineuroneita sisältävän aivoalueen. Sen sijaan kerrottavaa asiaa säestävät eli niin kutsutut tahtieleet käynnistivät aivoalueen, jolla peilineuroneita ei tiedetä olevan. (Iacoboni 2008, 68.) Opettamisen näkökulmasta vaikuttaisi siis siltä, että kuvaavat ja opetettavan asian kanssa sopusoinnussa olevat eleet, ja nimenomaan ikoniset eleet, saavat oppilaan aivoissa aikaan laajemman vasteen ja edesauttavat näin opetettavan asian oppimista.

Toiminnan ja havainnon muodostaman kehän tukeman kausaalisen ajattelun mukaisesti havaitut (ääni-)ilmiöt ovat tiiviisti yhteydessä niitä synnyttäviin eleisiin (Gibet 2010, 213). Musiikin kohdalla voidaan siis tulkita, että eleillä on kiinteä merkitys myös äänen tuottamisessa ja näin ollen eleillä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka havaittuja ääniä tulkitaan. Opettajalle aukeaa tässä mahdollisuus esimerkiksi erilaisten esitysmarkintöjen opettamiseen kehollisuutta ja näköaistimuksia hyödyntäen. Oppilas voidaan ohjata jäljittelemään vaikkapa staccato-, legato- tai fortissimosoittoa pelkästään näköaistin välityksellä. Näin opetettavaan asiaan on mahdollista luoda kehollinen suhde jo ennen varsinaisen esitysmarkinnän teoreettisen määritelmän opettamista. Lasten kehityksessä eleet kehittyvän nopeammin kuin lapsen sanallinen ilmaisu (Iacoboni 2008, 66). Varsinkin nuorten oppilaiden kanssa tällainen eleisiin pohjaava opetus voi mielestäni tarjota opettajalle keinon opetusmetodien monipuolistamiseen.

### 5.3 Sanallistamisen ongelma

Opettamiseen liittyen koen mielekkääksi esitellä vielä lyhyesti Jonathan Schoolerin translationaalisen dissosiaation käsitteen, joka perustuu kokemuksen representaation problematiikkaan tilanteissa, joissa sanatonta kokemusta sanallistetaan. 'Dissosiaatiolla' viitataan sananmukaisesti tarkkaavaisuuden heikentymiseen ja 'translationaalisella' sanalliseen kääntämiseen perustuvaan toimintaan. Translationaalinen dissosiaatio tarkoittaa siis inhimillistä taipumusta menettää tai väärentää informaatiota kokemuksia sanallistettaessa. Ilmiö korostuu, kun ihminen yrittää kuvailla hankalasti sanallistettavia ilmiöitä, kuten tunteita, värejä, ääniä ja muita vastaavia abstrakteja ilmiöitä. Ihmisten pyrkiessä sanallisesti kuvaamaan esimerkiksi näkemäänsä alkuperäinen tieto muuttuu usein muotoaan, vääristyy tai supistuu. (Iacoboni 2008, 163.)

Kokemusperäisen tiedon sanallistamisen ongelma vaikuttaa mielestäni myös opettamiseen, vaikka translationaalista dissosiaatiota ei käsitteenä pedagogiikkaan perinteisesti liitetäkään. Tämä kokemuksen uudelleen tuottamisen ja tiedon välittämisen ongelmallisuus linkittyvät osaltaan aivojen motoriseen valikoimaan (ks. luku 4.2) ja asiantuntijuuteen (ks. luku 4.3). Koen, että opettajan ja oppilaan, eli asiantuntijan ja noviisin,

kohtaamisessa opettajalta vaaditaan erityistä herkkyyttä ja kekseliäisyyttä opetettavan asian sisäistämisen tukemiseksi. Lähtökohtaisesti opettajan ja oppilaan kokemusmaailmat ovat hyvin erilaiset niin motorisen valikoiman, aikaisempien kokemusten kuin opetussisällön käsitteistönkin osalta. Sanallistamisen ongelman tiedostaminen ohjaa opettajaa lähestymään opetettavaa asiaa mahdollisimman useasta tulosuunnasta pyrkien samalla löytämään kullekin oppilaalle mielekkäät kontekstit opiskeltavan asian hahmottamiseksi. Mitä paremmin opettaja pystyy yhdistelemään opetettavaa ilmiötä oppilaan ennalta tuntemiin merkityksiin, sitä voimakkaamman ja laajemman muistijäljen opetus vaikuttaisi jättävän.

Matkimiskäyttäytymisen oletettuna neuraalisena perustana peilineuronit vaikuttaisivat olevan oleellinen osa myös oppimisprosessia. Matkimiseen pohjautuva opetustapa voisi olla yksi keino edellä mainitun sanallistamisen ongelman välttämiseksi. Monimuotoisten liikesarjojen harjoittelua voitaisiin lähestyä puhtaasti matkimista hyödyntävin harjoittein, joissa oppilas seuraa opettajan toteutusta opeteltavasta asiasta ja pyrkii toistamaan sen ilman tarkempaa sanallista analyysiä (Hari ym. 2015, 73). Harjoitteet voivat hyödyntää yksittäisiä aisteja tai yhdistellä useampia aisteja moniaistisiksi kokonaisuuksiksi (ks. luku 5.1). Kun oppilaan kokemusmaailmasta löytyy linkki opettavan asian hahmottamiselle, voi yksittäisen ilmiön oppimisprosessi lopulta tapahtua ilman sanallista purkua. Opeteltu ilmiö voidaan nimetä jälkikäteen opetuksen kannalta mielekkäällä tavalla. Matkimiskäyttäytymisen ehtona on toki oppilaan osaamistason mukaisesti valitut ja hahmotettavan kokoiset opettavat sisällöt.

Myös niin kutsutussa Suzuki-pedagogiikassa korostetaan lapsen luonnolliseen matkimiskäyttäytymiseen pohjautuvaa oppimista. Suzuki-menetelmän pohjalla on ajatus kaikkien lapsien valmiudesta oppia äidinkieltänsä vaivattomasti, ja tämän tiedon soveltamisesta myös instrumentin opiskeluun. Instrumenttiopetusta lähestytään matkimalla, ja nuotit sekä varsinainen teoreettinen pohja liitetään opetukseen vasta myöhemmin. Lahjakkuutta ei nähdä menetelmässä synnynnäisenä, vaan sen katsotaan kehittyvän ympäristön vaikutuksen myötä. Sosiaalinen ympäristö nähdään menetelmässä tärkeänä ja lapsen vanhempien ohella erityisesti vertaisten tarjoamaa tukea pidetään keskeisenä. (ISA 2015–2018.) Käsittelen sosiaalisen ympäristön ja vuorovaikutuksen vaikutusta oppimiseen tarkemmin seuraavassa luvussa.

## 6 VUOROVAIKUTUS OPETUSTILANTEESSA

### 6.1 Yksilöidenvälisyys

Intersubjektiivisuudella tarkoitetaan yhteisesti jaettua yksilöllistä kokemusta ja ymmärrystä, jota voidaan kuvata myös yksilöidenvälisyydeksi (Hari ym. 2015, 71; Iacoboni 2008, 115). Peilineuronit nähdään intersubjektiivisuuden keskeisenä neuraalisena pohjana, joka yhdistää *itsen* käsitteen *toisiin*. Mikäli kokemus *toisesta* puuttuu, ei ole mielekästä määritellä *itseä*. Vastaava toimii myös toisinpäin. Sosiaalinen vuorovaikutus ja peilineuroneiden kyky peilata toisten toimintaa suhteessa yksilön omiin kokemuksiin luovat merkityksen *itselle* ja *toiselle*. Peilineuronit tuovat sosiaalisessa ympäristössä toimivat yksilöt lähemmäksi toisiaan ja mahdollistavat aidon vuorovaikutuksen. (Iacoboni 2008, 58, 102–103.) Peilineuronien luodessa *toisen* toiminnasta mentaalisen simulaation suhteessa yksilön *itsensä* aikaisempiin kokemuksiin näyttäytyy *toinen* itse asiassa toisena *itsenä*. Kuitenkin *toisen* kokemusmaailma on vääjäämättä eri, joten samalla kun yksilöiden välillä vallitsee tiettyä samuutta, on erilaisuus myös perustavanlaatuinen osa intersubjektiivisuutta. (Värrin 2002, 55.)

Värrin (2002, 54) näkemys yksilöidenvälisyydestä nojautuu pitkälti Maurice Merleau-Pontyn ajatuksiin intersubjektiivisuudesta. Merleau-Pontyn (Värrin 2002, 54) mukaan muiden tietoisien ruumiillisten olentojen tunnistaminen vaatii ensin käsitystä omasta ruumiillisuudesta ja itsenäisyydestä ympäröivästä sosiaalisesta verkostosta. (Merleau-Ponty 1986 Värrin 2002, 54 mukaan.) Juuri näin käy myös lapsen kehityksen alussa, kun lapsen kokemus *meistä* jakautuu vähitellen *itseksi* ja *toiseksi* (Iacoboni 2008, 117–118). Noin nelivuotias lapsi oppii vähitellen eriyttämään *toisen* ajatukset ja toiminnot kehityksen alkuvaiheita ohjanneesta *meistä*, jonka esimerkiksi äiti ja lapsi muodostavat (Hari ym. 2015, 51). Alussa lapsen kokemusmaailmassa on siis vain *me*, jonka jälkeen lapsi oppii tunnistamaan *sinän* ja *minän*. Vasta tämän jälkeen kehittyy kokemus *itsestä*. Itsetietoisuuden muodostuminen vaatii siis toisen yksilön olemassaoloa. (Värrin 2002, 25.)

Lapsen omat eleet peilautuvat aina suhteessa muihin. Sanaton vuorovaikutus antaa merkityksen lapsen eleille ja vastaavasti lapsen ensimmäiset jäljittelevät eleet ovat merkki inhimillisten merkitysten synnystä. (Värri 2002, 100.) Tämän identifioitumisen neuraalinen vaste palautuu lopulta peilineuroneihin (Iacoboni 2008, 174). Ihmiselämän varhaisessa kehityksessä sosiaalisesta ympäristöstä kumpuava lapsen toimintaa ohjaava puhe muuttuu vähitellen lapsen sisäiseksi puheeksi. Lapsen itsesäätely siis muodostuu suhteessa ympäröiviin ihmisiin. (Hari ym. 2015, 64.) Peilineuronit mahdollistavat kehityksen myötä toisten toiminnan ja aikeiden ymmärtämisen ilman tietoista kognitiivista prosessointia (Rizzolatti & Sinigaglia 2008, 131). Aivojen luonnostaan intersubjektiivinen luonne vaikuttaisi edellä mainitut seikat huomioon ottaen olevan ristiriidassa länsimaissa vallitsevien yksilöllisyyttä korostavien näkemysten kanssa (Iacoboni 2008, 115).

Vaikka intersubjektiivisuus kehittyi suhteessa muihin tai *toiseen*, osoittavat Lucina Uddinin itsetunnistuksen neuraalisia vasteita tarkastelevat tutkimukset, että peilineuronit reagoivat voimakkaasti myös ja erityisesti itseä koskevan toiminnan havainnoimiseen. Iacobonin (2008, 112, 115) mukaan tämä johtuu siitä, että yksilön tarkastellessa omaa toimintaansa esimerkiksi videolta, aivojen näkökulmasta kaksi *itseä* tarkastelee toisiaan. Havainnoiva *itse* peilaa toimintaa suhteessa omaan kokemusmaailmaansa, ja nyt kaikki havaittu toiminta kuuluu jo ennalta havaitsevan *itsen* aivojen motoriseen valikoimaan (ks. luku 4.2). Tästä syystä aivojen neuraalinen vaste on voimakkaampi kuin toisen toimintaa tarkasteltaessa. (Iacoboni 2008, 112, 115.) Mielestäni tämän tutkimustiedon pohjalta esimerkiksi peili- ja videoharjoittelun hyödyntäminen instrumenttipedagogiikassa on perusteltua. Oman toiminnan tarkastelu juuri vaikkapa videon pohjalta saa laajat aivoalueet reagoimaan mahdollistaen näin merkityksellisten muistijälkien tallentumisen.

## 6.2 Sosiaalinen ilmapiiri

Ihmismieli vaatii kehittyäkseen sosiaalista vuorovaikutusta. Lapsen kehityksen alkuvaiheessa toiminta keskittyy välttämättömien perustarpeiden tyydyttämiseen, mutta vähitellen sosiaalisen kanssakäymisen merkitys kasvaa. Kaikki, minkä lapsi aistii ja kokee, vaikuttaa lopulta mielen kehityksen kulkuun. (Hari ym. 2015, 46.) Kiinnostus ympärillä

olevia toimijoita kohtaan on ihmisissä sisäänrakennettua. Tästä syystä myös ihmisten välisen kommunikaation muodot ovat moninaisia. Siinä missä kirjoitettu ja puhuttu kieli mahdollistavat kommunikaation yhdeltä toisella tai yhdeltä monelle, mahdollistavat musiikki ja eleet kommunikaation myös ryhmien välillä. (Noorden 2010, 154.) Jean Piaget korosti kasvatusteorioissaan loogisen ajattelun kehittymisen vaatimaa sosiaalista vuorovaikutusta (Hari ym. 2015, 60). Näin ollen voidaan mielestäni ajatella musiikin tarjoamien monen suuntaisten vuorovaikutussuhteiden olevan erinomainen pohja lapsen itsetietoisuuden sekä kognitiivisten ja sosiaalisten taitojen kehittymiselle.

Marianne LaFrancen tekemässä sosiaalisen ilmapiirin tutkimuksessa osoitettiin empiirisesti positiivisen ilmapiiriin matkimiskäyttäytymistä ja oppimista tukeva vaikutus. Tutkimuksessa tarkkailtiin vuorovaikutuksessa esiintyvää peilimatkimista (ks. luku 4.1) luonnollisessa oppimisympäristössä. Tutkimuksen mukaan tiedostamatta tapahtuva peilimatkiminen lisääntyi positiivisen ilmapiirin vaikutuksesta. (Iacoboni 2008, 58.) Kun tämä tieto yhdistetään matkimiskäyttäytymisen ja oppimisen voimakkaaseen korrelaation, voidaan mielestäni todeta, että positiivisella sosiaalisella ilmapiirillä näyttäisi olevan myönteinen vaikutus oppimiseen. Positiivinen sosiaalinen ilmapiiri, matkimiskäyttäytyminen ja oppiminen vaikuttaisivat lisäksi muodostavan myönteisen kehän, sillä matkimisen on osoitettu Tanya Chartrandin ja John Barghin kokeissa vahvistavan sosiaalisia suhteita (Iacoboni 2008, 89). Myös Leman (2010, 144) toteaa matkimisen lisäävän läheisyyden tunnetta ja helpottavan sosiaalisten suhteiden luomista (Leman 2010, 144). Näiden tutkimusten valossa musiikin opiskeluun sisältyvä yhteisöoito niin opettajan kuin muiden oppilaiden kanssa vaikuttaisi oman pohdintani mukaan tukevan positiivisen sosiaalisen ilmapiirin kehittymistä.

Ihmisten välinen positiivinen vuorovaikutus vaikuttaisi kumpuavan nimenomaisesti synkronoidusta toiminnasta (Iacoboni 2008, 135). Tämän synkronoidun toiminnan voidaan katsoa muodostuvan ensisijaisesti imitaation sekä sitä tukevan sosiaalisen vahvistamisen myötä, jotka kumpainenkin nähdään oppimista tukevin osina (Hodges & Sebald 2011, 278–279). On osoitettu, että peilineuronien mahdollistama *itsen ja toisen* vuorovaikutus, eli intersubjektiivisuus tai yksilöidenvälisyys (ks. luku 6.1), saattaa yksilöt jopa tietynlaiseen riippuvuussuhteeseen keskenään. Sosiaalinen vuorovaikutus sekä tunteiden ja merkitysten jakaminen yhdistävät ihmiset peilineuronien muodostaman hermostollisen pohjan myötä hyvin perustavanlaatuisella ja tietoista kognitiota edeltävällä tavalla.



(Iacoboni 2008, 195, 197.) Opettajalla on mielestäni edellisiin tutkimuksiin nojaten mahdollisuus vahvistaa opetustilanteessa vallitsevaa ilmapiiriä ottaen oppilas huomioon kokevana ja ymmärtävänä ihmisenä sekä pyrkien kohti luonnollista vuorovaikutusta.

Tutkimuksissa on haivattu, että erityisesti pitkäaikainen kasvotusten tapahtuva oppimistilanne saa peilineuroneissa aikaan voimakkaan neuraalisen vasteen. Tällaisessa kasvotusten tapahtuvassa opetuksessa peilineuronien oppimista edistävä perusluonne vaikuttaa näiden tutkimusten pohjalta toimivan parhaimmin (Iacoboni 2008, 79). Pelkkä fyysinen läsnäolo ei kuitenkaan mielestäni riitä aitoon kohtaamiseen, vaan se vaatii toteutuakseen opettajalta aktiivista vuorovaikutusta opetustilanteessa. Erinäiset matkimiseen pohjaavat pelit, leikit ja harjoitukset ovat oman kokemukseni mukaan omiaan vahvistamaan opettajan ja oppilaan keskinäistä luottamuksen ja vuorovaikutuksen ilmapiiriä. Vaikka varsinkin murrosikäisen nuoren kanssa vaikuttaa usein siltä, että itsenäistyminen on vanhemmasta tai opettajasta irtautumista, tarvitsee nuori kuitenkin itsenäistymisprosessissaan turvallisen aikuisen tukea (Hari ym. 2015, 63). Vuorovaikutuksessa on mielestäni kyse ihmisten välisestä aidosta kohtaamisesta, jossa toinen huomioidaan tietävänä ja kokevana yksilönä. Opettajan keskeisenä tehtävänä näen opettamisen vaatiman tietynlaisen auktoriteetin ja inhimillisyyden yhdistämisen. Auktoriteetilla tarkoitan tässä yhteydessä sellaista osallistavaa opettaja–oppilasvuorovaikutusta, jossa sekä opettaja että oppilas ovat aktiivisia, mutta jossa opettaja vastaa opetuksen kulusta ja sisällöstä. Tällaisessa turvallissa, johdonmukaisessa ja positiivisen sosiaalisen ilmapiirin mahdollistamassa ympäristössä näen oppimisen tapahtuvan vaivattomimmin. Osallistavassa vuorovaikutustilanteessa opettaja aktivoi ja ohjaa oppilasta tukien näin oppilaan itseohjautuvuuden sekä oppimaan oppimisen taitojen kehittymistä.

## 7 POHDINTA

Tässä luvussa esittelen kirjallisuuteen pohjaavan tutkimukseni kannalta keskeisimmät ilmiöt tiivistetysti ja pyrin yhdistämään niitä instrumenttiopetuksen kannalta mielekkäiksi kokonaisuuksiksi. Samalla tuon aihetta lähemmäksi käytäntöä konkreettisten esimerkkien ja pedagogisten sovellusten avulla.

Peilineuronitutkimuksista saadut tulokset vaikuttaisivat olevan varsin hyvin linjassa nykyisen ihmisen ja oppimisprosessin kokonaisvaltaisuutta korostavien oppimiskäsityksien kanssa. Oppimisen rakentaminen jo opitun tiedon varaan, oppijan yksilöllisyyden ja itseohjautuvuuden tunnustaminen, kehollisuuden ja ympäristön vaikutuksen huomioiminen sekä aktiivinen sosiaalinen vuorovaikutus muodostavat yhdessä opettamisen perustan. Peilineuronien ominaisuudet näyttäisivät tarjoavan hermostollisen pohjan, jonka on empiirisissä kokeissa todettu tukevan edellä mainitun kaltaista oppimista. Oma kirjallisuuteen pohjautuva tutkimukseni tarkasteli peilineuroneiden osallisuutta oppimiseen, opettamiseen ja sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Esittelen seuraavaksi kustakin osa-alueesta esiin nousseita ajatuksia sekä pyrin soveltamaan saatua tutkimustietoa instrumenttipedagogiikkaan.

Matkimiskäyttötymisen tarjoama väylä uusien taitojen oppimiseen oli yksi keskeisistä ilmiöistä, jonka myötä innostuin juuri peilisolulutkimuksen soveltamisesta instrumenttiopetukseen. Luvussa 4.1 esiin nostamani peilimatkiminen on sellaisenaan varsin helposti sovellettavissa juuri oman instrumenttini eli lyömäsoittimien opetukseen. Tutkimuksissa todettiin peilimatkimisen olevan aivoille helpommin hahmotettavissa verrattuna anatomisesti oikeaan matkimiseen. Tämä korostuu varsinkin lapsien opettamisessa. Oma soittimeni mahdollistaa peilimatkimiseen pohjautuvan opetustilanteen, jossa opettaja seisoo oppilasta vastapäätä esimerkiksi pikkurummun toisella puolella. Tällaisessa tilanteessa vaikuttaisi siis olevan hyödyllistä, että opettaja näyttää esimerkkiä vasemmalla kädellään, jos tavoitteena on, että oppilas matkii soittamista oikealla kädellään. Valitettavasti tällainen lähestymistapa ei kuitenkaan ole sovellettavissa juuri minkään muun soittimen opetukseen, ellei sitten kyseessä ole esimerkiksi taputtaen toteutettavat rytmiharjoitukset. Opettajan taputtaessa rytmejä vaikkapa reisiin, näyttäisi tutkimusten valossa

olevan oppilaalle helpompaa, jos opettaja asettuu oppilaan eteen ja näyttää esimerkkiä oppilaan peilinä.

Aivojen motorista valikoimaa ja asiantuntijuuden muodostumista käsittelevä luvuissa 4.2 ja 4.3. Peilineuronitutkimusten tarjoamat tulokset näyttävät tukevan useita kasvatustieteiden keskeisistä teorioista. Näistä esimerkiksi Vygotskyn teoria lähikehityksen vyöhykkeestä sekä Piagetin teoria assimilaatiosta ohjaavat opettajaa suunnittelemaan opetuksen sisältöä kunkin oppilaan yksilöllisistä lähtökohdista käsin. Opetuksen tulisi tarkastelemieni tutkimusten valossa rakentua johdonmukaisesti oppilaan jo osaamien taitojen vaaraan. Mikäli opetusta lähestytään liian suurin harppauksin, ei oppilas kykene liittämään opeteltavaa asiaa osaksi aikaisemmin oppimaansa. Vastaavasti liian hankalien sanallisten kuvausten käyttö saattaa vaikeuttaa oppilaan mahdollisuuksia opetettavan asian sisäistämiseen. Opettajan on mielestäni tämän ohella hyvä olla tietoinen oppilaan rajallisista resursseista käsitellä uutta tietoa. Oppilaan voi olla vaikeaa keskittyä vaikkapa rytmin huolelliseen käsittelyyn samalla kun hän opettelee uutta soittotekniikkaa. Opettajan tulisi suunnitella opetettavat sisällöt mielekkäiksi kokonaisuuksiksi huomioiden samalla oppimisen hermostolliset rajoitukset. Oppilaan motorisen valikoiman laajentuessa uusien monimutkaisempien taitojen harjoittelusta tulee mahdollista ja opettaja voi siirtyä vähitellen kohti haastavampia harjoitteita.

Uutta taitoa ja tietoa opittaessa aivot ikään kuin lainaavat jo olemassa olevia hermoyhteyksiä ja yhdistelevät niitä toistuvan harjoittelun myötä uusiksi kokonaisuuksiksi. Helpottaakseen uuden asian oppimista opettaja voisi valita opeteltavien taitojen pohjaksi joi-takin lapsen arjesta tai muista harrastuksista tuttuja näkö- ja kuuloaistille tai motoriikalle tuttuja ilmiöitä. Motoriikan osalta tällainen esimerkki lyömäsoitinopetuksessa voisi olla vaikkapa kapulaotteen harjoittelun liittämien haarukan ja veitsen kiinnipitämiseen. Eräs itselleni mieleen jäänyt erinomainen moniaistinen ja oppilaan yksilöllisyyttä korostava opetusmenetelmä liittyi sointukuunteluihin Manhattan School of Musicissa osana jazz-vibrafonisti Stefon Harrisin mestarikurssia. Harris soitti sointuja, joista osa varsin kompleksisia, ja pyysi oppilaita kuuntelemaan soinnut silmät suljettuina. Jokaisen soinnun kohdalla oppilaiden tuli keksiä soinnun tunnelmaa kuvaava kehollinen ele. Seuraavaksi oppilaita pyydettiin avaamaan silmät ja vertaamaan omaa elettään ryhmän muiden jäsenien eleisiin. Hyvin usein eleet olivat varsin yhdenmukaiset ja näiden joukosta valittiin useimmin toistuvia piirteitä kuvaamaan sointua. Esimerkiksi duuriseptimisointu sai eleekseen

avoimen ja juhlallisen eleen. Tämän jälkeen ele ja sointu nimettiin esimerkiksi juhlasoinnuksi. Jokainen sointu sai siis oman eleen ja nimen, jonka oppilaat kehittivät. Näitä eleitä ja nimiä käytettiin sointujen tunnistamiseen ja vasta myöhemmin niihin liitettiin teoreettinen pohja ja soinnun varsinainen nimi. Mielestäni tämä harjoite yhdisti erinomaisella tavalla kuulo- ja näköaistin sekä kehollisuuden osaksi sosiaalista vuorovaikutusta. Harjoitus on mahdollista tehdä myös yksityisopetuksessa ja oikeastaan minkä tahansa musiikillisen ilmiön osana. Tärkeintä on, että oppilas itse liittää opeteltavan asian osaksi omaa kokemusmaailmaa itselleen mielekkäällä tavalla.

Käsitteliäni tutkimusten mukaan juuri moniaistinen opetus tukee parhaiten oppimisprosessia. Kuten luvussa 5.1 totesin, instrumenttiopetuksessa moniaistisuus on jo luonnollisesti läsnä sen jatkuvan näkö- ja kuuloaistia sekä motoriikkaa hyödyntävän luonteen vuoksi. Peilineuronien osalta oppimista edistävä vaikutus on voimakkaimmillaan, kun opetuksessa pystytään yhdistämään moniaistisuus ja matkimiseen pohjautuvat harjoitukset. Matkiessaan oppilas samanaikaisesti sekä havaitsee opettajan tekemiä liikkeitä että toistaa niitä itse. Aktiivisen vuorovaikutuksen myötä matkimista voidaan soveltaa myös niin, että opettajan ja oppilaan roolit vaihtelevat luonnollisesti. Opettaja voi esimerkiksi ohjata oppilasta keksimään opetettavalle ilmiölle omat eleensä, kuten edellisen kappaleen sointukuunteluharjoituksessa tehtiin. Opettaja voi matkien omaksua oppilaan valitsemat eleet ja hyödyntää niitä jatkossa opetuksen materiaalina. Tällöin vältetään sekä sanallistamisen ongelmallisuus (ks. luku 5.3) että opettajan ja oppilaan kokemusmaailman erillisyydestä kumpuava ristiriita. Opeteltavat asiat jäsenyivät mielekkäästi osaksi oppilaan omaa kokemusmaailmaa hänen omien sanallisten keinojensa mukaisesti.

Opettajan johdonmukaisten eleiden todettiin luvussa 5.2 edesauttavan oppimista. Opettajan kehollinen eläytyminen opetettavan asian kanssa sopusoinnussa olevin elein vaikuttaa tukevan osaltaan oppilaan edellytyksiä uuden asian oppimiselle. Eleitä voidaan hyödyntää erityisesti erilaisten esitysmerkintöjen opettamisessa. Vaikkapa staccaton opettaminen terävin ja nopein liikkein saattaa tarjota oppilaalle mielekkään ja samaistuttavan väylän ilmiön oppimiselle. Useat erilaiset tulokulmat opetettavan asian harjoitteluun nostavat asian sisäistämisen todennäköisyyttä. Kuten tutkimuksissa todettiin, lapsen kyky käsitellä eleitä vaikuttaa kehittyvän ennen sanallista ilmaisua. Opittavien taitojen teoreettinen ja sanallinen pohja voidaankin liittää opetukseen vasta siinä vaiheessa, kun lapsi on jo oppinut kyseisen taidon motorisen ja käytännöllisen perustan.

Peilineuroneita käsittelevistä tutkimustuloksista havaitsin sosiaalisen vuorovaikutuksen ja oppimisen muodostaman positiivisen kehän. Positiivinen sosiaalinen ilmapiiri (ks. luku 6.2) lisää tiedostamatonta matkimiskäyttäytymistä ja samalla yksilöiden välillä tapahtuva matkiminen vahvistaa sosiaalisen yhteenkuuluvuuden tunnetta. Yhteenkuuluvuutta voidaan vahvistaa tietoisesti esimerkiksi improvisaatioharjoitteilla, joissa opettaja matkii lapsen soittamia katkelmia. Kumpaankin suuntaan tapahtuvat matkimiseen pohjaavat harjoitukset tukevat oppilaan ja opettajan välistä aktiivista vuorovaikutusta. Vastaavia harjoituksia hyödynnetäänkin muun muassa erilaisissa musiikkiterapian muodoissa. Musiikki tarjoaa erinomaisen väylän monipuoliseen vuorovaikutukseen myös opettajan ja oppilaan yhteissoiton sekä vertaisten kanssa muodostettujen kamarimusiikkikokoonpanojen ja orkesterien välityksellä. Nämä mahdollistavat oppilaalle keinon oppia ja jakaa kokemuksiaan laajassa sosiaalisessa verkostossa, joka tukee osaltaan oppilaan motivaatiota ja sitoutumista musiikin opiskeluun. Opettaja voi tukea positiivisen sosiaalisen ilmapiirin muodostumista yksilöopetuksessa hyödyntäen myös näennäisesti soiton harjoittelusta irrallisia toimintamalleja. Esimerkiksi erilaiset oppimista tukevat pelit ja leikit tauottavat tehokkaasti soittotuntia ja edesauttavat luonnollisella tavalla sosiaalisen vuorovaikutuksen vahvistumista. Peilineuronit muodostavat neuraalisen perustan intersubjektiivisuudelle (ks. luku 6.1), joka tukee ihmisten luonnollista pyrkimystä sosiaaliseen kanssakäymiseen.

Vaikka peilineuronitutkimuksia onkin kritisoitu niiden ihmiskäyttäytymistä liian yksioikoisesti selittävien johtopäätöksien vuoksi, koen, että edellä esiin nostamani pedagogiset sovellukset ovat linjassa kasvatustieteissä vallitsevien oppimisprosessin kokonaisvaltaisuutta korostavien oppimiskäsityksien kanssa. Mainitsemiani harjoitteita voidaan mielestäni hyödyntää toisen aidon kohtaamisen, kehollisuuden huomioimisen ja luonnollisen vuorovaikutuksen muodostumisen edesauttamiseksi silläkin uhalla, että peilineuronitutkimus osoitettaisiin paikkansapitämättömäksi. Peilineuronien osuus näissä erilaisissa sosiaalisen kanssakäymisen muodoissa voi vaihdella suuresti, mutta ne luovat erään mielekkään teorian ihmisten välisen toiminnan neuraalisesta perustasta.

Kaikkeen eivät matkimisharjoitteet luonnollisestikaan sovi. Esimerkiksi instrumenttikohdattaiset eroavaisuudet aiheuttavat omat rajoituksensa harjoitusten soveltamiselle. Samoin yksilöllisyyden kehittäminen ja oman persoonallisen musiikin tekemisen tavan löytäminen voi olla pelkästään matkimista hyödyntävien harjoitusten avulla haastavaa. On myös

huomion arvoista, ettei oppilaan matkien suorittama liike välttämättä ole teknisesti niin puhdas, rento ja luonnollinen kuin se ulospäin saattaa näyttää. Tästä syystä on erityisen tärkeää kuunnella ja ottaa huomioon oppilaan omia kehollisia tuntemuksia, kokemuksia ja aistimuksia. Näin ollen mahdolliset lihasjännitykset ja virheasennot pystytään havaitsemaan ja niihin pystytään puuttumaan ajoissa.

Näkisin, että neurotieteet laajentavat osaltaan filosofisten ja humanististen tieteiden ihmiskuvaa ja päinvastoin. Tutkimukseni edetessä oli mielestäni erityisen kiinnostavaa havaita aiheiden limittymistä eri tutkimusalojen välillä ja poimia toisiaan selittäviä, haastavia ja laajentavia näkemyksiä osaksi omaa ajatteluani ja tutkimustani. Koen, että tutkimukseni myötä olen löytänyt konkreettisia työkaluja oppilaan aitoon kohtaamiseen ja opetuksen monipuolistamiseen. Samalla olen hahmotellut kuvaa näiden erilaisten sosiaalisten ilmiöiden neuraalisesta perustasta. Toivon, että tutkimukseni tarjoaa joitakin välineitä instrumenttiopetuksen kehittämiseen ja oppilaan ja opettajan vuorovaikutuksen syventämiseen.

## LÄHTEET

Anttila, E. 2013. Koko koulu tanssii! Kehollisen oppimisen mahdollisuuksia kouluuyhteisössä. Teatterikorkeakoulu. Esittävien taiteiden tutkimuskeskus.

Dahl, S., Bevilacqua, F., Bresin, R., Clayton, M., Leante, L., Poggi, I. & Rasamimanana, N. 2010. Gestures in Performance. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 36–68. New York: Routledge.

Damasio, A. 2010. *Self Comes to Mind. Constructing the Conscious Brain*. Lontoo: William Heinemann.

Gibet, S. Sensorimotor Control of Sound-producing Gestures. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 212–237. New York: Routledge.

Godøy, R. I. & Leman, M. 2010. *Musical Gestures. Sound, Movement, and Meaning*. New York: Routledge.

Godøy, R. I. 2010. Gestural Affordances of Musical Sound. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 103–125. New York: Routledge.

Hari, R., Järvinen, J., Lehtonen, J., Lonka, K., Peräkylä, A., Pyysiäinen, I., Salenius, S., Sams, M. & Ylikoski, P. 2015. *Ihmisen mieli*. Helsinki: Gaudeamus.

Hodges, D. A. & Sebald, D. C. 2011. *Music in the Human Experience. An Introduction to Music Psychology*. New York: Routledge.

Iacoboni, M. 2008. *Ihmisten peilaus. Kytkeytymisemme uusi tiede*. (Suom. Kimmo Pietiläinen). Helsinki: Terra Cognita.

ISA 2015–2018. The International Suzuki Association. The Suzuki Method. Saatavilla [www-muodossa: http://internationalsuzuki.org/method.htm](http://internationalsuzuki.org/method.htm). 5.12.2018

Jensenius, A.R., Wanderley, M.M., Godøy, R.I. & Leman, M. 2010. Musical Gestures. Concepts and Methods in Research. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 12–35. New York: Routledge.

LaBelle, B. 2008. Auditory Relations. Teoksessa Jonathan Sterne (toim.) *The Sound Studies Reader*, 468–474. New York: Routledge.

Leman, M. 2010. Music, Gesture, and the Formation of Embodied Meaning. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 126–153. New York: Routledge.

Levitin, D. 2010. Musiikki ja aivot. Ihmisen erään pakkomielteen tiedettä. (Suom. Timo Paukku). Helsinki: Terra Cognita.

Leppert, R. 1993. Reading The Sonoric Landscape. Teoksessa Jonathan Sterne (toim.) *The Sound Studies Reader*, 409–418, New York: Routledge.

Noorden, L. 2010. The Functional Role and Bio-kinetics of Basic and Expressive Gestures in Activation and Sonification. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) *Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning*, 154–179. New York: Routledge.

Rauhala, L. 2017. *Ihmiskäsitys ihmistyössä*. Helsinki: Gaudeamus.

Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. 2008. *Mirrors in the Brain. How Our Minds Share Actions and Emotions*. (Engl. Frances Anderson). New York: Oxford.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Saatavilla [www-muodossa: https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www-muodossa: https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf). 5.12.2018



Schneider, A. 2010. Music and Gestures. A historical Introduction and Survey of Earlier Research. Teoksessa Godøy, R.I. & Leman, M. (toim.) Musical Gestures. Sound, Movement, And Meaning, 69–100. New York: Routledge.

Taylor, J. M. 2016. Mirror Neurons After a Quarter Century: New light, new cracks. Saatavilla www-muodossa: <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2016/mirror-neurons-quarter-century-new-light-new-cracks/>. 26.11.2018

Värri, V-M. 2002. Hyvä kasvatus. Kasvatus hyvään. Tampere: Tampere University Press.