

**Lasketaan biisi käyntiin-  
Lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä  
alkuopetuksen musiikkituokioissa**

Turun yliopisto  
Kasvatustieteiden tiedekunta  
Opettajankoulutuslaitos  
Pro gradu -tutkielma  
Kasvatustiede  
4 2020  
Jesse Vuosjoki

Ohjaajat: Prof. Jukka Husu

# Sisällys

TIIVISTELMÄ.....	4
ABSTRACT.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 LUKUKÄSITTEEN OPPIMINEN JA OPETTAMINEN.....	8
2.1 Lasten varhaiset käsitykset luvuista.....	8
2.1.1 Laskemisen periaatteet ja niiden viitteelliset ikävaiheet.....	9
2.2 Luvun käsittämisen biologinen perusta.....	10
2.3 Lukutajun kehittyminen.....	12
2.3.1 Lukutajun käsitteen määrittelyä.....	13
2.3.2 Lukutajun rakentuminen biologisista ja kulttuurisista tekijöistä...	14
2.4 Lukutaju lapsen lukukäsitteen hallinnan mittarina.....	16
2.4.1 Suhdetaidot.....	17
2.4.2 Lukujonotaidot.....	17
2.5 Matematiikan didaktiikkaa ja didaktista matematiikkaa.....	18
2.5.1 Matematiikan didaktiikka.....	18
2.5.2 Didaktinen matematiikka.....	20
3 MUSIIKIN JA MATEMATIIKAN VÄLISIÄ YHTEYKSIÄ.....	22
3.1 Musiikin vaikutuksia matematiisiin taitoihin.....	22
3.2 Musiikin ja matematiikan yhteyksiä aivotoiminnassa.....	25
3.3 Musiikin matemaattinen luonne.....	26
3.3.1 Matematiikka musiikin teoriassa ja analyysissä.....	27
3.3.2 Matematiikka ja akustiikka.....	30
3.3.3 Matematiikka ja säveltäminen.....	32
3.3.2 Musiikin merkintätavoista.....	32
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	33
4.1 Tutkimustehtävä.....	34
4.2 Tutkimusmenetelmä.....	35
4.3 Tutkimuksen kohde ja aineiston hankinta.....	37

4.4 Aineiston analyysi.....	39
4.4.1 Sisällön erittely.....	39
4.4.2 Sisällönanalyysi.....	44
5 TULOKSET.....	45
5.1 Lukukäsitteen esiintyminen musiikkituokioissa.....	47
5.1.1 Lukukäsite kardinaalimerkityksessä musiikkituokioissa.....	48
5.1.2 Lukukäsite ordinaalimerkityksessä musiikkituokioissa.....	50
5.1.3 Suhdetaidot musiikkituokioissa.....	50
5.2 Lukutajun kehittymistä tukevat oppimisympäristöt.....	51
5.2.1 Vertailua musiikin oppimisympäristöissä.....	53
5.2.2 Luokittelua musiikin oppimisympäristöissä.....	56
5.2.3 Järjestykseen asettamista musiikin oppimisympäristöissä.....	57
5.2.4 Yksi yhteen- vastaavuus musiikin oppimisympäristöissä.....	58
6 POHDINTA.....	60
6.1 Tulosten pohdintaa.....	60
6.2. Tutkimuksen luotettavuus sekä tutkimuseettinen arviointi.....	61
6.3. Monialaisesti eheämpää opetus- ja kasvatustyötä.....	64
LÄHTEET.....	65

## Tiivistelmä

Tämän tapaustutkimuksen tarkoitus oli tutkia ei-osallistavalla etnografisella tutkimusotteella, millaisia lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä voi alkuopetuksen musiikkituokioissa olla. Musiikin ja matematiikan oppimisen välillä on havaittu olevan yhteyksiä useissa tutkimuksissa (mm. An, Capraro ja Tillman, 2013; Bahr ja Christensen, 2000 ;Gillander ja Casal de la Fuente 2020). Syitä tähän on etsitty niin musiikin ja matematiikan taitoja harjoittaessa tapahtuvasta samankaltaisesta aivotoiminnasta (Evans ja muut 2009) kuin siirtovaikutuksesta (Črnčec, Prior ja Wilson, 2006). On myös havaittu matematiikan taitojen kehitystä tapahtuvan musiikin parissa myös ilman erillistä opetusinterventiota johten musiikin ja matematiikan syvistä rakenteellisista yhteyksistä (Bahr ja Christensen, 2000). Tästä syystä kiinnostuksen aiheena olivat alkuopetuksen musiikkituokiot lukutajun kehittymisen kannalta ilman erillistä opetusinterventiota. Vastaavanlaisia tutkimuksia ei tämän tutkimuksen julkaisuajankohtana ole toteutettu. Lukutajulla (Number sense) tarkoitetaan lukukäsitteen hallintaa, joka taas perustuu suhdetaitojen ja lukujonotaitojen hallinnalle (Aunio, Van Luit ja Van de Rijt, 2005). Aineisto hankittiin videokuvaamalla yksi ensimmäisen luokan ja kaksi toisen luokan musiikkituokiota. Aineisto litteroitiin ja jaettiin episodeihin lukukäsitteen sekä sen hallintaan vaadittavien osa-alueiden harjoittamisen ilmenemisen perusteella. Aineistosta tarkasteltiin sitä, missä lukukäsitteen ilmenemismuodoissa (kardinaaliluku ja ordinaaliluku) ja lukutajun osa-alueissa lukukäsite musiikkituokioissa ilmeni sekä mitä lukutajua kehittäviä oppimisympäristöjä aineistosta oli löydettävissä. Lukukäsite esiintyi useimmiten kardinaalimuotoisena musiikkituokioissa ja suhdetaidoista vertailua ja luokittelua harjoitettiin niissä eniten. Yksittäisissä tilanteissa harjoitettiin myös suhdetaidoista järjestykseen asettamista ja yksi yhteen- suhteen konkretisoimista. Lukujonotaitoja ei harjoitettu lainkaan musiikkituokioiden aikana. Lukutajua kehittäviä oppimisympäristöjä löytyi musiikkituokioiden toimintamuotojen joukosta musisoimisen organisoimisen, musiikkitietämyksen opettamisen ja luokanhallintakeinon muodossa ja opetusmateriaaleista musiikin merkintätapojen sekä laulun sanoitusten muodossa. Tuloksista voidaan tehdä päätelmä, että suhdetaitojen harjoittamiseen ilmenee tilaisuuksia musiikin opetuksessa ilman erillistä opetusinterventiota. Avoimeksi jäi voidaanko musiikin opetusta hyödyntää lukujonotaitojen opettamiseen. Lukujonotaitojen kehittäminen musiikin avulla nähtiin kuitenkin mahdolliseksi, vaikka mitään tiettyä siihen viittaavaa toimintaa ei kyetty havaitsemaan, koska musisoimisen on osoitettu kasvattavan harmaan aineen määrää samoilla aivoalueilla, jotka ovat vastuussa lukutajun ja täten myös lukujonotaitojen kehitymisestä. Tuloksista voidaan hyötyä enemmän varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen musiikkituokioiden suunnittelussa kuin perusopetuksessa.

Avainsanat: lukutaju, lukukäsite, musiikinopetus, alkuopetus, oppimisympäristö

## Abstract

The aim of this ethnographic case study research was to find out via nonparticipant observation, what types of learning environments that are beneficial to the development of number sense in children can be found in the music lessons of first two classes of elementary school. Connections between learning in music and maths has been found in several studies (e.g. An, Capraro ja Tillman, 2013; Bahr ja Christensen, 2000 ;Gillander and Casal de la Fuente 2020). It has been tried to be explained due to similiar brain functions when processing music an maths (Evans et al. 2009) and due to transfer-effect (Črnčec, Prior ja Wilson, 2006). It has been found also that math skills are improved among music even without spesifically established teaching intervention due to deep structural similarity of domains (Bahr and Christensen, 2000). For this reason the interest was the learning environment in the early classes of elementary school from the viewpoint of the development of number sense without an established teaching intervention. On the release date of this study, there wasn't any studies similar to this. Number sense can be understand to mean the learning of the concept of number, that is based on relational skills and number sequence skills (Aunio, Van Luit and Van de Rijt, 2005). The research material was obtained by filming one first class music lesson and two second class music lessons. The research material was transcribed and divided into episodes based on the occurrence of the concept of number and of the practicing of the skills that are to be learned to develop number sense. From the research material cases where the forms of the number (cardinal and ordinal) or a subskill of number sense appeared were examined and to addition the learning environments that were seen to improve number sense were analyzed. Number appeared mostly in it's cardinal form in the music lessons and mostly comparison and classification were practiced. There were also single cases, where seriation and one to one- correspondence were practiced. The learning environments that could improve number sense were found in the activities in the forms of organizing music activities, teaching musical knowledge and classroom management and in the teaching material in the forms of musical notation and lyrics of a song. It was deduced that there are opportunities for practicing relational skills in the teaching of music without a spesific teaching intervention. It was left open can the teaching of music be utilized for teaching number sequence skills. It was discussed that number sequence skills could be improved with music, but it might not be possible to observe it as a form of spesific activity as the practice of music only results in growth of the grey matter in the regions of the brain that are also responsible of the development of number sense and thus number sequence skills. The results can be found more useful in the planning of early childhood education and pre-school music lessons than of the elementary school education music lessons.

Key words: number sense, concept of number, music teaching, early elementary classes, learning environment

# 1 Johdanto

Antiikin filosofian pohjalle rakentuneen keskiajan quadriviumin neljää tiedettä yhdisti lukujen tutkiminen, ja ne voidaan luokitella sen perusteella siten, että aritmetiikka tutkii luvun perusolemusta (pure number), geometria sen paikkaa (stationary number), astronomia sen liikettä (moving number) ja musiikki sen sovellusta (applied number) (Kline, 1953) . Luvun käsite näyttäisi siis olleen musiikin ja matematiikan yhdistävä tekijä. Nykyään tietysti tieteenalojen jako ja siihen perustuvat opetussuunnitelmat eroavat merkittävästi antiikin ja keskiajan käsityksistä. Musiikista on tullut taide ja astronomiasta oma tieteenalansa. Musiikki kategorisoidaan nykyään perinteisesti taide- ja taitoaineeksi ja matematiikka taas luonnontieteisiin kuuluvaksi oppiaineeksi.

Koulun alkaessa on todettu lasten matemaattisessa osaamisessa suuria eroja (Aunio, Hannula ja Räsänen, 2004). Myös kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen pitkittäistutkimuksessa (Metsämuuronen, 2017), jossa seurattiin nuorten matemaattisen osaamisen kehittymistä kolmannelta luokalta lukioon, havaittiin että matematiikan osaaminen eriytyy jo koulun alkutaipaleella ja erot hyvä- ja heikotasoisten välillä kasvavat entisestään kouluvuosien aikana. Koska jo kolmannen luokan heikko matemaattinen osaaminen näyttäisi ennustavan tulevaisuuden heikkoa matemaattista osaamista, olisi syytä kiinnittää huomiota alkuopetuksessa erojen tasoittamiseen.

Young-Loveridgen (1989) mukaan ympäristössä, jossa aikuiset käyttävät matematiikan ilmaisuja paljon ja luontevasti, menestyvät lapset hyvin koulun alkaessa matematiikassa. Ei ole kuitenkaan mitään takeita, että kaikilla kouluun tulevilla on tämä edellytys toteutunut. Harrison ja Pound (1996) havaitsivat, että aikuiset käyttävät puheessaan hyvin vähän matemaattisia ilmaisuja ja, että on tyypillistä, että lasten varhaisissa kehitysvaiheissa ei tunnisteta lapsen varhaisia matemaattisia ilmauksia, eikä tästä syystä niitä osatakaan kannustaa. Tähän asiaan toki voidaan vaikuttaa laadukkaalla varhaiskasvatuksella, mutta

esimerkiksi vielä 2017 vuonna Suomessa 4-7 vuotiaiden lasten osallistumisprosentti (87,8%) varhaiskasvatukseen oli Euroopan alhaisimpia (Eurostat, 2017).

Koulun alun tasoeroja on Suomessa pyritty tasaamaan säätäen esiopetus vuodesta 2015 alkaen laissa velvoittavaksi, mutta lasta ei ole silti pakko viedä esiopetukseen, vaan edelleen vanhemmat voivat itse järjestää lapsen kasvatuksen ja opetuksen esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet tavoitteet saavuttaen (OKM, 2015). Tällöin jää kysymys lasten huoltajien pedagogisesta asiantuntijuudesta tavoitteiden saavuttamisessa. Esiopetukseen osallistuvien määrä on kuitenkin lisääntynyt 2000-luvun alussa ja nykyään lähes kaikki esiopetusikäiset osallistuvat esiopetukseen (Itä-Suomen aluehallintovirasto, 2015). Kinos ja Palonen (2013) toteavat, että esiopetuksen vaikuttavuus on arvioitu suurimmaksi etenkin sellaisilla lapsilla, joiden kotikieli ei ole suomi. Erityisenä huolenaiheena on siis ne esiopetuksen osallistumattomat lapset, joille suomi on toinen kieli.

Holmesin (2017) tutkimuksessa havaittiin 4-6 vuotiaiden lasten lukutajun kehittyneen musiikkituokioihin osallistumisen tuloksena, mutta alkuopetuksen musiikin oppimisympäristöjä ei ole toistaiseksi tutkittu spesifisti lukutajun kehittymisen näkökulmasta. Käytännössä lukutajulla tarkoitetaan lapsen lukukäsitteen hallintaa, joka taasen perustuu hyvään suhdetaitojen ja lukujonotaitojen hallintaan (Aunio, Van Luit ja Van de Rijt, 2005). Vaikka lukukäsitteen hallinta onkin pääosalla koulun aloittavista lapsista hyvässä vaiheessa, jää valitettavan usein kouluun tultaessa lasten matemaattisten taitojen heikkoudet huomaamatta (Hannula ja Lepola, 2006). Mikäli musiikinopetuksella voidaan tukea lapsen lukukäsitteen oppimista eli lukutajun kehittymistä, eli lukukäsitteen oppimista, on tarpeen tutkia mitkä musiikin oppimisympäristöt tähän voivat tähän tarjota mahdollisuuksia. Tutkimuksesta saatujen tietojen avulla opetusalan ammattilainen voi kyetä suunnittelemaan

yksilöiden lukutajun kehittymisen kannalta hyödyllisiä oppimisympäristöjä musiikkituokioihin.

## 2 Lukukäsitteen oppiminen ja opettaminen

Matematiikan oppisisältöjen hierarkkisen ja kumuloituvan rakenteen johdosta lukukäsite on perusta kaiken matemaattisen tiedon rakentumiselle. *Lukukäsiteellä* (concept of number) viitataan lukumäärän ymmärtämiseen ja laskemiseen (Vilenius-Tuohimaa, 2005). Toisinaan käytetään myös monikkomuotoa *lukukäsitteet*, sillä se kuvaa paremmin lukukäsitteen koostuvan useista osataidoista (Vainionpää, Mononen ja Räsänen, 2003). Viimeaikaisessa tutkimuskirjallisuudessa on alkanut yleistymään lukukäsitteen hallintaa kuvaamaan termi *number sense* (mm. Sowder, 1988; Dehaene, 1998; Aunio, 2006). Päädyin käyttämään Vilenius-Tuohimaan (2005) *number sense*-käsitteelle esittämää suomennosta lukutaju, sillä se on selvästi vakiintumassa käytetyimmäksi suomennoksi alan kirjallisuudessa. Berchin (2005) ja Fletcherin (2005) mukaan hyvä lukutaju ilmentää hyvää matemaattista kompetenssia.

### 2.1 Lasten varhaiset käsitykset luvuista

Jo 1950-luvulla kehityspsykologi Jean Piaget oli kiinnostunut lapsen lukuihin liittyvän tiedon rakentumisesta. Piaget (1953) tutki lasten ymmärrystä luvun säilyvyydestä ja havaitsi, että vasta noin kuuden vuoden ikäiset lapset ymmärsivät, etteivät esineiden ominaisuudet vaikuta niiden lukumäärään. Piaget (1953) teki testiensä tuloksista päätelmän, että johtuen ikä- ja kehitysvaiheen (esi-operationaalinen vaihe) puutteellisista loogisista taidoista, lapsi ei ymmärrä luvun käsitettä ennen kuudetta ikävuotta. Gelman ja Gallistel (1978) haastoivat Piaget'n ikä- ja kehitysvaihenäkökulman väittäen, että jokainen lapsi, joka laskee lukuja luettelemalla on saavuttanut jonkinlaisen käsityksen luvuista, kunhan tämä vain noudattaa luettelemisessaan kolmea laskemisen periaatetta *the one-one principle* (yksi yhteen -vastaavuus), *the*



*stable-order principle* (ordinaalisuus) sekä *the cardinal principle* (kardinaalisuus). Nämä tunnustetaan yleisesti edelleen keskeisiksi laskemisen periaatteiksi (mm. Bermejo, Morales ja Garcia de Osuna, 2004; Stock, Desoete ja Roeyers. 2009; Kamawar, 2010).

### **2.1.1 Laskemisen periaatteet ja niiden viitteelliset ikävaiheet**

Ordinaalisuuden tai järjestyksen periaatteella tarkoitetaan käytännössä, että lapsi ymmärtää mitä tarkoittaa enemmän ja vähemmän. Gelmanin ja Gallistelin (1978) tutkimuksessa jopa kaksivuotiaat lapset osoittivat jonkinasteista ordinaalisuuden periaatteen hallintaa, joskaan tutkijat eivät vaatineet täydellisen virheetöntä suoriutumista ja suurempia esinejoukkoja laskien luettellessa periaate näytti katoavan lapsilta, joilla se oli pienten joukkojen suhteen hallussa. Jos kuitenkin jo pieni lapsi ymmärtää, että luku 2 tulee jälkeen luvun 1 ja ennen lukua 3, ja osaa vertailla lukujen suuruutta toisiinsa, niin voidaan pohtia, että ehkä ordinaalisuuden periaate on jo olemassa tämän lapsen mielessä, mutta lapsen lukualue on vain todella suppea. Mattisen (2006) mukaan 2-3½-vuotias lapsi kykenee vertailemaan lukumääriä 1, 2 ja 3 protokvantitatiivisen eli esimäärällisen päättelyn avulla. Myös Gearyn (2000) mukaan jo hyvin pienillä lapsilla on tämä iän myötä kehittyvä taito ymmärtävää pienten lukumäärien suhteita. Varsinaisesti järjestyksen periaate opitaan Mattisen (2006) mukaan tyypillisesti 2½ -4-vuotiaana.

Gelman ja Gallistelin (1978) mukaan kardinaalisuuden eli määrällisyyden periaatteessa on kyse siitä, että lapsi ymmärtää esineitä luetellen laskiessaan viimeisen luvun tarkoittavan koko joukon määrää. Mattisen (2006) mukaan aikaisintaan kaksivuotiaana lapsi voi ymmärtää lukujen yksi, kaksi ja kolme kardinaalimerkityksen. Vasta 3½-5-vuotias lapsi alkaa ymmärtää kardinaalisuuden periaatteen eli kykenee laskemaan lukusanoja käyttäen ja ymmärtää lukusanojen ja lukumäärän välisen yhteyden (Mattinen, 2006).

Gelmanin ja Gallistelin (1978) mukaan lapselle alkaa vasta viidennen ikävuoden jälkeen muotoutumaan käsitys yksi yhteen -vastaavuudesta, eli tällöin lapsi osaa sanoa esineitä laskiessaan sanoa aina yhden lukusanan esinettä kohti ja että vaikkapa neljään ruokapöydän tuoliin mahtuu täsmälleen neljä perheenjäsentä. Mattinen (2006) näkee kuitenkin mahdollisena, että neljävuotiaalla voi olla jo yksi yhteen vastaavuuden periaate hallussaan. Yksi yhteen- vastaavuuden puuttumisen huomaa, kun lapselle esittää kaksi jonoa, joissa on molemmissa yhtä monta oliota, mutta toinen jonoista on aseteltu hajaammalle ollen näin pidempi kuin toinen jono, kertovat lapset tyypillisesti, että pidemmässä jonossa on enemmän esineitä. Gelmanin ja Gallistelin (1978) mukaan tämänkaltaisten yksi yhteen -vastaavuuden ymmärtämistä mittaavien testien perusteella havaittiin, että lapsilla on jokin sisäsyntyinen käsitys luvuista, joka poikkeaa aikuisen käsityksestä. Käsitys alkaa selkeästi muuttumaan koulutaipaleen alussa.

Kun lapsi on sisäistänyt edellä mainitut kolme periaatetta siitä, miten lasketaan, seuraa Gelmanin ja Gallistelin (1978) mukaan vielä kaksi periaatetta, jotka määrittävät mitä lasketaan; *the abstraction principle* ja *the order-irrelevance principle*. Näillä periaatteilla Gelman ja Gallistel (1978) tarkoittavat, lapsi ymmärtää, että kaikkia olioita voidaan laskea vaikkeivat ne olisi konkreettisia ja että sillä ei ole merkitystä lopputuloksen kannalta, missä järjestyksessä kohteet lasketaan, kunhan vain jokainen lasketaan ainoastaan kerran. Mattisen (2006) mukaan lapset saavuttavat lukujonotaitojen kehittymisen myötä abstraktin luonnollisen luvun käsitteen 6-8 vuoden ikäisenä.

## **2.2 Luvun käsittämisen biologinen perusta**

80-luvun lopun lopulla (Klein ja Starkey, 1988) havaittiin, että jo pienillä vauvoilla on jokin synnynnäinen kyky erottaa lukumääriä toisistaan, jos kahden pistejoukon välinen suhteellinen ero on riittävän suuri. Vauvat eivät siis kykene havaitsemaan nopeasti eroa pistejoukoissa, jos vertaillaan vaikka neljän ja

viiden pisteen joukkoja keskenään, mutta mikäli toisessa joukossa on vaikka kaksi pistettä ja toisessa kymmenen, voi vauva havaita vauva eron. Tätä lukumäärien tunnistamista laskematta, subitisaatiota, vaikuttaisivat lapset hyödyntävän pääsääntöisesti lukumäärissä 1-4 (Trick ja Pylyshyn, 1994). Vastaavanlaisia tutkimustuloksia, siitä että ihmisillä on olemassa synnynnäisesti kyky prosessoida lukumääriin liittyviä seikkoja jo esikielellisessä vaiheessa, on saatu myöhemmin laajasti eri tieteenaloilla. (Carrey ja Spelke, 1994, 169-175; Geary, 2000, 11-16; Gallistel ja Gelman 1992, 34-52.) Voidaan siis todeta, että ihmisellä on biologisesti jonkinlainen tiedostamaton käsitys lukumääristä.

Hannulan (2005) mukaan lähtökohtana lukuihin liittyvän tiedon rakentumiseen on tuo ihmisen synnynnäinen kyky yksilöidä ja tunnistaa pienten esine- ja tapahtumajoukkojen lukumääriä havaintomekanismien tasolla. Myös Clements ja Sarama (2009) havaitsivat tutkimuksissaan subitisaatiokyvyn olevan keskeisintä lapsen matemaattisten taitojen kehittymiselle. Luvun käsitteen ymmärtämisestä ei voida kuitenkaan puhua, ennen kuin saavutetaan lukujen prosessoinnin tietoinen taso. Vuorio (2010) toteaa, että havaintomekanismien tasolla tapahtuva subitisointi tulee tietoiseksi toistojen myötä ja johtaa käsitteen ymmärtämisen saavuttamiseen. Clements ja Sarama (2009) painottavatkin havaintoihin perustuvan subitisaation kehittämistä käsitteelliseksi subitisaatioksi, jolloin voidaan myös suurempia lukumääriä tunnistaa osittelemalla. Varhais- ja alkukasvatuksen vastuulla onkin näin ollen matematiikan opetuksessa lukukäsitteen ymmärryksen muodostumiseen vaadittavien toistojen määrän varmistaminen.

Subitisaatiokyvyn kehittymisen kannalta olennaisena tekijänä voidaan pitää lapsen spontaania taipumusta kiinnittää huomiota ympäristönsä lukuihin ja lukumääriin. Hannulan (2005) tutkimuksessa havaittiin tämän SFON-tendenssin (spontaneous focusing on numerosity) vaikuttavan lasten varhaisten matemaattisten taitojen kehittymiseen peruskoulun toiseen luokkaan asti.

Hannulan (2005) tutkimuksessa lasten SFON-tendenssin erojen havaittiin pysyvän 3,5 vuodesta kuudenteen ikävuoteen asti.

Siegler ja Booth (2004) havaitsivat tutkiessaan päiväkotilasten sekä ensi- ja toisluokkalaisten kykyjä asettaa lukuja välillä 0-100 lukujonolle, että lasten käsitys luvuista vaikuttaisi olevan sisäsyntyisesti logaritminen ja muuttuu vaiheittain lineaariseksi lukukäsitykseksi ensimmäisen ja toisen kouluvuoden aikana. Kuten jo Klein ja Starkey (1988) aiemmin havaitsivat, arvioivat pienet lapset suurien lukujen eroa toisiinsa pienemmäksi kuin pienten lukujen eroa toisiinsa. Näyttöä siitä, että lukukäsitys on sisäsyntyisesti logaritminen ja muuttuu lineaariseksi ainoastaan opetuksen tuloksen, on lisäksi löydetty tutkimalla Amazonin alkuperäiskansojen käsitystä luvuista. Pica, Lemer, Izard ja Dehaene (2004) havaitsivat, että Etelä-Amerikan alkuperäiskansoihin kuuluvassa Mundurucu-heimon keskuudessa, jossa ei käytetä ollenkaan lukuja luvusta viisi ylöspäin, arvioivat heimon aikuisetkin jäsenet lukuja nimenomaan suhteellisesti ja logaritmisesti, eivätkä sen absoluuttisen arvon perustella. Gordon (2004) päätyi samaan havaintoon Piraha-heimon keskuudessa, jossa luvut rajoittuvat, yhteen, kahteen ja moneen, mutta tämän lisäksi heiltä näytti puuttuvan kokonaan yksi yhteen vastaavuuden periaate. Nämä tulokset vahvistavat Gelmanin ja Gallistelin (1978) tekemän havainnon, että lapsen sisäsyntyinen käsitys luvuista poikkeaa aikuisen omasta kunnes sen pohjalta rakentuu laskemisen periaatteiden myötä kielellinen eli kulttuurinen matemaattinen taito.

### **2.3 Lukutajun kehittyminen**

Jo Carpenter, Coburn, Reys ja Wilson (1978) huomasivat tutkimuksissaan, että ennen kuin lapsi kykenee arvioimaan lukumääriä hyvin, hänellä täytyy olla jonkinlainen lukumääriin liittyvä intuitio. Tuosta intiuitiosta, joka toimii koko lukuihin liittyvän tiedon ja osaamisen perustana, on yhä yleisemmin tutkimuskirjallisuudessa käytetty nimeä lukutaju (Sowder, 1988; Resnick, 1989;

Trafton; 1989). Sowderin (1988) mukaan lukutaju on laajasti määriteltynä yksilön lukuihin liittyvästä tiedosta muodostuva järjestäytynyt käsitteellinen viitekehys, joka mahdollistaa tälle lukujen ja niiden välisten suhteiden ymmärtämisen sekä matemaattisen ongelmanratkaisun. Lukutaju on siis yksilön kehittyvä ominaisuus, jota voidaan arvioida hyväksi tai heikoksi ikä- ja kehitysvaihesidonnaisesti.

### 2.3.1 Lukutajun käsitteen määrittelyä

Number sense, eli lukutaju on vaikeasti määriteltävissä, mutta helposti tunnistettavissa (Bobis, 1996). Samaan havaintoon on helppo päätyä, kun huomaa, että käsitteitä käytetään alan kirjallisuudessa sekaisin, samoilla käsitteillä voidaan tarkoittaa eri asiaa ja lisäksi käsitteiden suomenkielisistä vastineista ei olla löydetty yhteisymmärrystä. Samaan ilmiöön on viitattu tutkimuksissa muun muassa käsittein *preparatory arithmetic skills* eli varhaiset aritmeettiset taidot (Schopman, Van Luit, ja Van de Rijt, 1996), *early mathematic competence* eli varhainen matemaattinen kompetenssi (Torbeyans ja muut, 2002), *early numeracy* eli varhainen laskutaito (Aubrey, 1999; Van Luit & Schopman, 2000) ja Suomessa *lukukäsitteen kehittyminen* (Lakka, 2014). Yhteistä kaikille on kuitenkin se, että niillä viitataan tiettyyn lukuihin liittyvään kehittyvään käsitteelliseen kokonaisuuteen, jonka perusta yksilöllä on mielessään jo ennen formaalia opetusta.

Muun muassa Taipale (2010) on kääntänyt number sense-käsitteen tarkoittamaan *lukujonotaitoja*. Lukujonotaidot ei ole kuitenkaan käsitteenä riittävän kattava kuvaamaan number sense-käsitteen kokonaisuutta. Lisäksi on otettava huomioon, että käsitteellä *number sequence skills* eli *lukujonotaidot* (Fuson, 1992; Hannula, 2005) viitataan asteittain kehittyvää taitoa liittää lukusanat ketjuun ja myöhemmin liikkua ketjussa eteen sekä taaksepäin ja esimerkiksi Aunio (2006) näkee lukujonotaitojen olevan vain toinen lukutajun taitokokonaisuuksista yhdessä suhdetaitojen kanssa. Lakka (2014) on taasen

käyttänyt number sense- käsitteen käännöksenä käsitettä *lukuäly*. Lukuäly on kuitenkin käännöksenä heikko kahdestakin syystä; ensinnäkin käännös vaikuttaa enemmän tekstitaitojen synonyymilta ja lukemiseen kuin lukuihin viittaavalta ja toiseksi sitä saatetaan tulkita siten, että number sense olisi jotenkin yhteydessä älykkyyssosamäärään. Valitsemani Vilenius-Tuohimaan (2005) käännös *lukutaju* on ilmiölle kuvaavin nimitys. Alkuperäistä englanninkielistä käsitettä number sense voidaan jopa pitää heikompana ilmiön kuvaajana, koska *sense* viittaa aistiin ja vaikka lukutajulla onkin biologinen perusta kuten ihmisen perusaisteilla, niin lukutaju myös kehittyy harjoittelun myötä, toisin kuin ihmisen perusaistit.

### **2.3.2 Lukutajun rakentuminen biologisista ja kulttuurisista tekijöistä**

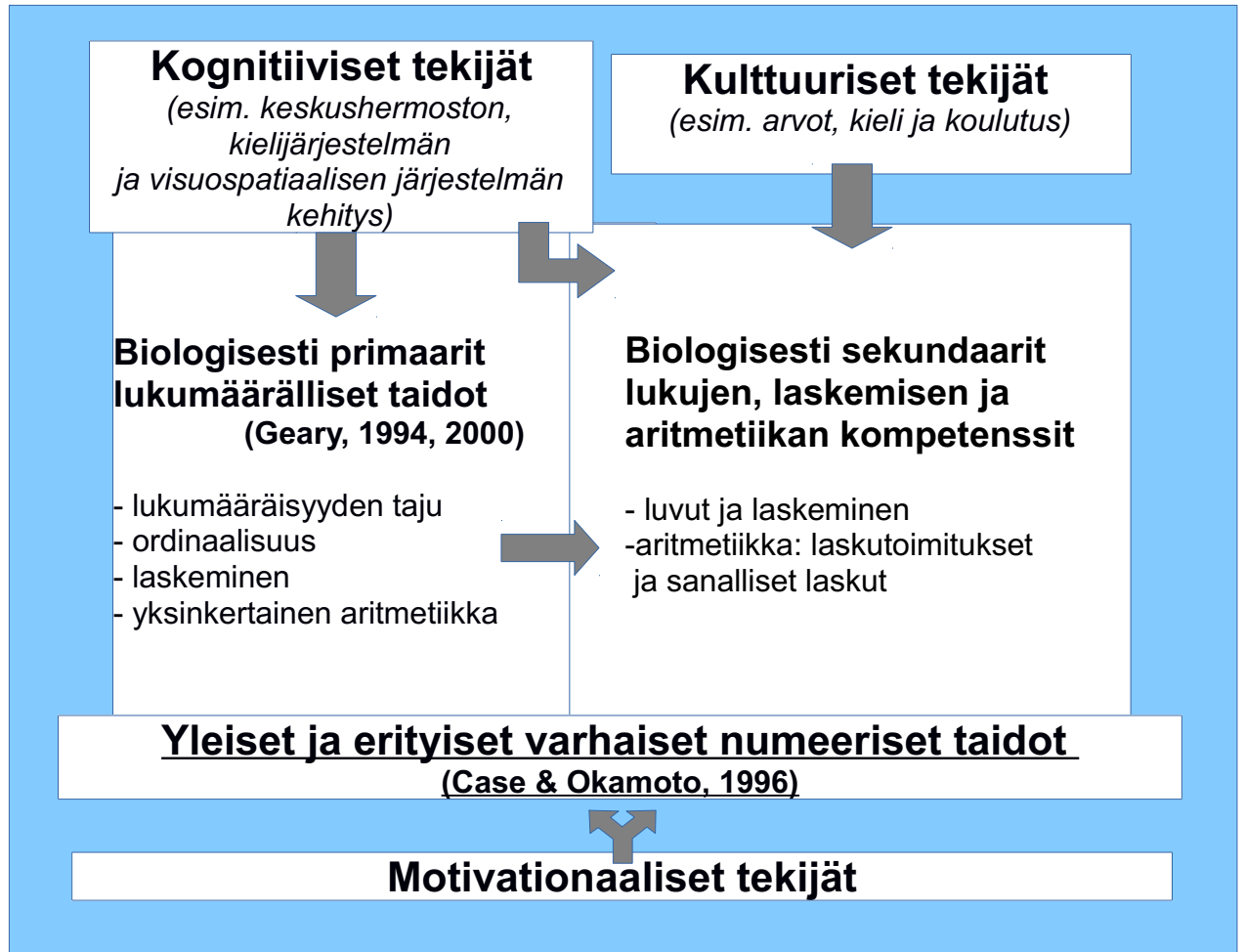
Casen ja Okamoton (1996) mallissa lukutajusta käytettiin nimeä keskeinen käsitteellinen ymmärrys luvuista, ja mallin mukaan yleisten biologispohjaisten numeeristen taitojen (esim. luokittelu määrän perusteella) päälle rakentuu sosiaalisten ja kulttuuristen tekijöiden tuloksena erityiset numeeriset taidot (esim. lukusanojen tietäminen). Casen ja Okamoton (1996) malli yhdistää kaksi erillistä teoreettista näkökulmaa siihen mitä matematiikka on. Smithin (2002) mukaan Casen ja Okamoton (1996) malliin on sisällytetty suuntaus, jonka mukaan matematiikka on kykyä ymmärtää numeeristen symbolien ja lukumäärien suhteita, jolloin puhutaan matematiikan *suhdetaidoista*. Bryantin (1996) mukaan tällöin tarvitaan luokittelun, vertailun ja järjestykseen asettamisen taitoja sekä yksi yhteen- suhteen muodostumista, joista etenkin järjestykseen asettaminen ja yksi yhteen- suhde ovat tärkeässä osassa kardinaalisuuden ja ordinaalisuuden hallitsemisessa, jotka puolestaan luovat pohjan lukujonotaitojen ymmärtämiselle. Luokittelu nähdään perustaitona, jota tarvitaan lähes kaikessa matematiikan ongelmanratkaisussa (Smith, 2002).

Toinen Casen ja Okamoton (1996) mallissa nähtävä teoreettinen lähestymistapa on *lukujonotaitojen* korostaminen osana lasten matemaattista

ajattelua. Aunio (2005) mukaan lukujonotaidoissa on selkeästi erotettavissa hierarkkisesti kehittyvät vaiheet. Ensimmäisessä vaiheessa noin kolmen vuoden iässä lapsi vain luettelee lukusanoja lorumaisesti, jolloin lukusanoja ei välttämättä sanota oikeassa järjestyksessä tai aloiteta luettelua ykkösestä. Tätä seuraa noin neljän vuoden iässä eriaikainen laskeminen, jossa lapsi osaa sanoa lukusanat osoitellen oikeassa järjestyksessä esineitä, joita laskee oikeassa järjestyksessä, mutta osoittaminen ja sanat eivät tapahdu samanaikaisesti vielä. Keskimäärin neljä ja puolivuotiaana lapsi laskee samanaikaisesti eli osoittaa tai koskee laskettavaa esinettä sanoessaan lukusanan. Noin viiden vuoden iässä lapselta alkaa sujua tuloksen laskeminen. Eli sen lisäksi, että lapsi osaa aloittaa ykkösestä ja hallitsee lukusanojen luettelemisen oikeassa järjestyksessä (ordinaalisuus), on alkanut kehittyä ymmärrys siitä, että jokainen esine lasketaan vain kerran ja että viimeinen sanottu lukusana kertoo, kuinka monta laskettavaa on yhteensä (kardinaalisuus). Keskimäärin viiden ja puolen vuoden, lyhentyneen laskemisen vaiheessa, lapsi pystyy tekemään jo pieniä hyppäyksiä lukujonossa esimerkiksi tunnistaen nopan silmäluvun ja jatkaen siitä eteenpäin laskemista. (Aunio, 2005)

Myös Gearyn (1994; 2000) mukaan voidaan jaotella biologiset primaariset ja sekundaariset numeeriset taidot. Sisäsyntyisiin ja universaaleihin primaarisiin taitoihin Geary (2000) katsoo kuuluvan numeroituvuuden ymmärtämisen (kyky määrittää pienten joukkojen lukumäärää subitisaatiolla tai arvioimalla), ordinaalisuuden, laskemisen lukuun 3 asti sekä yksinkertaisen aritmetiikan (lukumäärän muutoksen havaitseminen pienissä joukoissa). Sekundaariset numeeriset taidot, kuten 10-järjestelmän ymmärtäminen ja laskutaito rakentuvat Gearyn (2000) mukaan aina kulttuurisesti. Aunio (2006) kuitenkin huomauttaa, että kielen kehittyminen, joka on kulttuurista, näyttäisi vaikuttavan primaaristen taitojen kehittymiseen myönteisesti, ja onkin täten perusteltua väittää, että on olemassa ikään sidonnainen siirtymävaihe (3-8 vuotta), jossa lukutajun

kehittymistä tapahtuu biologisen kypsymisen ja kulttuurisen oppimisen yhteisvaikutuksena.



Kuva 1: Lukutajun kehittymisen teoreettinen viitekehys tässä tutkimuksessa (Aunio, 2006)



## 2.4 Lukutaju lapsen lukukäsitteen hallinnan mittarina

4-7½-vuotiaiden lasten lukukäsitteen hallintaa mittavassa standardisoidun lukukäsitteestän (Van Luit, Van de Rijt ja Pennings, 1994) suomenkielisessä versiossa (Aunio, Van Luit, Van de Rijt, 2005) päädyttiin käyttämään lukukäsitteen hallitsemista kuvaamaan lukutajun (number sense) käsitettä, sillä se pitää sisällään ymmärryksen lukumäärästä, lukusanoista ja numerosymboleista. Tämä tutkimus nojaa samaan määritelmään lukutajusta ja samaan teoreettiseen viitekehukseen (Case ja Okamoto; 1996; Geary 1994; 2000) kuin Aunio (2006) tutkimus, jossa testattiin lukukäsitteestän suomenkielisen version psykometriset ominaisuudet ja tuotettiin normit, joiden avulla voidaan mitata 4-7½-vuotiaiden lasten lukukäsitteen hallintaa. Aunio ja muiden (2005) lukukäsitteestässä lukutaju operationalisoitiin muodostuvan suhde- ja lukujonotaidoista, joista suhdetaidot jakaantuu neljään osataitoon -ja tietoon ja lukujonotaidot laskemisen taidon neljään hierarkkiseen vaiheeseen.

### 2.4.1 Suhdetaidot

Suhdetaidot jakautuvat neljään osataitoon -ja tietoon seuraavasti:

- \* vertaileminen (comparison)
- \* luokittelu (classification)
- \* yksi yhteen vastaavuus (one-one correspondence)
- \* järjestäminen (seriation)

Vertailemisen tehtävissä mitataan olennaisten käsitteiden hallintaa kuten enemmän, vähemmän tai korkeampi ja matalampi. Luokittelussa on kyse sen olioiden arvioimisesta niiden samankaltaisuuden tai erilaisuuden perusteella. Yksi yhteen vastaavuuden tehtävissä selvitetään ymmärtääkö lapsi, että esimerkiksi nopan silmäluku 6 tarkoittaa samaa kuin vaikka 6 palikkaa.

Järjestämisessä on kyse olioiden laittamisesta järjestykseen jonkin ominaisuuden perusteella, kuten korkeasta matalaan tai ohuesta paksuun.

### **2.4.2 Lukujonotaidot**

Lukujonotaidot jakautuvat seuraaviin neljään laskemiseen vaiheeseen

- \* lukusanojen luetteleminen (the use of number words)
- \* samanaikainen ja lyhentynyt laskeminen (structured counting)
- \* tuloksen laskeminen (resultative counting)
- \* lukukäsitteen soveltaminen (general understanding of numbers)

Lukusanojen luettelemisen taitoa mitataan lukukäsitteetissä pyytämällä lasta luettelemaan lukusanoja eteen- ja taaksepäin sekä jatkamaan lukujonoa jostakin annetusta luvusta. Samanaikaisessa laskemisessa lapsi laskee konkreettisten esineiden lukumääriä esimerkiksi samalla osoittaen niitä sormella ja lyhentyneessä laskemisessa lapsen tulee tunnistaa pieniä lukumääriä nopeasti ja kyetä jatkamaan laskemista siitä eteenpäin (esimerkiksi tunnistaa nopan silmäluku). Tuloksen laskemisessa lasta pyydetään ilmoittamaan oikea lukumäärä strukturoidulle (esineet aseteltu selkeään riviin) ja strukturoimattomalle (esineet ilman järjestystä) joukolle. Lukukäsitteen soveltaminen tarkoittaa kahtakymmentä pienempien lukujen käyttämistä yksinkertaisissa arkipäiväisissä tilanteissa.

## **2.5 Matematiikan didaktiikka ja didaktista matematiikkaa**

Edellä todettiin, että lukutajun kehittymiseen voidaan vaikuttaa opetuksella. Hirsijärven (1983) mukaan *opetus* on kasvatustavoitteiden intentionaalista vuorovaikutusta, jonka tarkoituksena on saada aikaan oppimista. *Oppimisella* tarkoitetaan sellaisia käyttäytymisessä havaittavia pysyviä muutoksia, jotka jollakin tavalla ovat olion tai ympäristön vuorovaikutuksesta syntyneitä joko

siten, että ympäristö systemaattisesti opetuksen avulla pyrkii muuttamaan käyttäytymistä tai siten, että vaikutus on tahatonta (Hirsijärvi, 1983). Kansanen (2008) mukaan *didaktiikalla* taas tarkoitetaan laajan määritelmän mukaan opetustapahtuman kaikenlaista tutkimusta ja käytäntöä. Didaktiikka etsii siis vastauksia siihen millaista on hyvä opetus. Edelleen didaktiikka voidaan jakaa yleiseen ja erityiseen didaktiikkaan eli ainedidaktiikkaan (Kansanen, 2008). Esimerkiksi matematiikan didaktiikka on yksi ainedidaktiikoista.

### **2.5.1 Matematiikan didaktiikka**

Didaktiikka on kytköksissä myös opetussuunnitelmaan. Kansanen (2008) mukaan didaktiikan sisältöä kumpuaa jonkin opetussuunnitelman oppiainesisällöistä ja didaktiikan suhde käytäntöön on normatiivinen. Matematiikan didaktiikka siis toisin sanoen ohjaa opetussuunnitelmatyötä siinä miten matematiikkaa kannattaisi opettaa. Opetussuunnitelman aiheisisältöjen suunnittelussa on keskeinen merkitys vallitsevalla oppimiskäsityksellä. *Oppimiskäsityksellä* tarkoitetaan niitä perusolettamuksia, joita tehdään oppimisprosessin luonteesta (Rauste-von Wright ja von Wright, 1994). Lakan (2014) mukaan matematiikan opetussuunnitelman muutoksiin on vaikuttanut oppimiskäsityksen muutos *behavioristisesta oppimiskäsityksestä*, jossa tieto nähdään pysyvänä ja opetus opetus tähtää konkreettisiin ja mitattaviin toimintoihin, kohti *konstruktivistista oppimiskäsitystä*, jossa oppijan nähdään itse rakentavan oman tietorakenteensa osana oppimisprosessia. Kahdessa viimeisessä opetussuunnitelmassa tämä on näkynyt mekaanisen laskutaidon painotuksen vähenemisessä ja siirtymisessä matematiikan rakenteiden ymmärtämisen ja matemaattisen ajattelun kehittymisen painotukseen (POPS 2004, POPS 2014).

Tässä tutkimuksessa lähestytään oppimista ylipäänsä sosio-konstruktivistisesta näkökulmasta. Ernestin (1994) mukaan *sosiaalinen konstruktivismi* ottaa huomioon, että yksilö ei rakenna tietoa yksin vaan vuorovaikutuksessa

esimerkiksi opettajan sekä luokkatoverien kanssa ja matematiikan opetuksessakin sekä yksilön oma järkeily että sosiaaliset prosessit ovat keskeisiä osia. Spesifisti matematiikan opetuksessa on kuitenkin viime aikoina pyritty täydentämään sosio-konstruktivistista ongelma-keskeistä oppimisen näkökulmaa didaktisen matematiikan näkökulmalla (Tossavainen, 2004).

Opetus on siis vuorovaikutteista toimintaa, jossa kielellä on keskeinen merkitys. Spesifisti matematiikan taidot rakentuvat hierarkkisesti (Entwisle ja Alexander 1990; Kinnunen, Lehtinen ja Vauras, 1994; Aunola, Leskinen, Lerkkanen ja Nurmi, 2004). Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki taidot perustuvat edellisten osataitojen hallinnalle. Vuorion (2010) mukaan lukukäsite koostuu neljästä peruselementistä, joiden välillä on kiinteä yhteys. Nämä elementit ovat lukumäärä, yksi yhteen -vastaavuus, lukusana ja numeromerkki ja näiden oppiminen luo perustan laskemisen taidolle, jota tarvitaan muiden matemaattisten sisältöjen yhteydessä (Vuorio, 2010). Kielen merkitys lukusanan ja numeromerkkin yhdistämiselle toisiinsa on ilmeinen.

### **2.5.2 Didaktinen matematiikka**

Tossavaisen (2004) mukaan *didaktinen matematiikka* on sekä näkökulma matematiikan opetukseen että tapa harjoittaa matematiikkaa, jossa matematiikassa selvitetään matematiikan perusteorioiden välisiä yksinkertaisia suhteita erityisesti oppimisen ja opettamisen näkökulmasta. Vaikka Tossavaisen (2004) mukaan didaktinen matematiikka on tapa harjoittaa matematiikkaa erityisesti matematiikanoopettajien koulutuksessa, voi sen tarjoaman näkökulman nähdä antoisaksi myös perusopetukseen. Matematiikkaa voidaan myös oppia ja opettaa piirtämällä, soittamalla, hahmottelemalla tai muilla havainnollisilla tavoilla (Tossavainen, 2004). Tässä tutkimuksessa siis didaktisen matematiikan näkökulmalla tarkoitetaan käytännössä, että huomiota

kiinnitetään alkuopetuksen musiikkituokioissa lukukäsitettä havainnollistaviin harjoitteisiin.

Koska toiminnallisen ja havainnollisen matematiikan ja matemaattisen lausekkeiden välisten yhteyksien ymmärtäminen on keskeistä, didaktisessa matematiikassa matematiikkaa tarkastellaan myös kielenä (Tossavainen, 2004). Matematiikka on elävä kieli, jonka kehittyneen käytön erityispiirteenä on runsas symbolien ja erikoismerkkien käyttö. Matematiikan tuloksellisen oppimisen edellytyksenä on, että opetuksessa käytetään matemaattista symbolikieltä virheettömästi. (Tossavainen, 2004) Siinä missä behavioristinen matematiikan opetus pyrkii mekaanisen laskutaidon kehittämiseen ja sosio-konstruktivistinen matematiikan opetus on ongelmakeskeistä, painottaa didaktinen matematiikka erityisesti matematiikan kielellistä luonnetta. Tossavainen (2004) toteaaakin, että didaktisessa matematiikassa korostuu siis , jopa mekaanisen laskutaidon kustannuksella käsitteellinen ja kielellinen matemaattinen osaaminen.

Didaktinen matematiikka näyttäisi olevan nykyään melko yleinen näkökulma matematiikan opetukseen, vaikka osa opettajista ja tutkijoista ei kyseistä käsitettä käytäkään. Toiminnallisuus ja käsitteiden havainnollistaminen konkreettisesti (Kajetski ja Salminen, 2009; Vuorio, 2010; Tampio ja Tampio, 2014) sekä kielen painotus (mm. Vuorio, 2010; Häggblom, 2000) ovat toistuvia teemoja matematiikan opetusta käsittelevissä teoksissa.

Lukukäsitteen opettamista lähestytään didaktisessa matematiikassa samasta toimintaa ja kieltä painottavasta näkökulmasta kuin mitä tahansa muutakin matematiikan sisältöä. Muun muassa Häggblom (2000) toteaa, että konkreetti esinemaailma, arkielämän tilanteet, puhuttu kieli, kirjoitetut symbolit ja kuvat muodostavat kommunikaatioverkoston, jossa opeteltavan käsitteen eri ilmenemismuodot ovat ristiriidattomasti yhteydessä toisiinsa ja avaavat käsitteen olemusta (Häggblom, 2000). Lukukäsitteen opettamisessa pyritään siis yhdenmukaiseen esityksiin kielessä ja käsitteen toistumiseen sen eri

ilmenemismuodoissa. Tilanteiden ja ilmiöiden toistuminen taas vahvistaa kykyä havaita ja hallita käsite (Hartikainen, Leppävuori, Mattinen, Pahkin ja Vuorio, 2001). Vuorion mukaan (2010) oppimistilanteissa lapsella tulisi olla aktiivinen rooli ja hänen huomionsa tulisi kiinnittää luonnollisissa arkipäivän tilanteissa oleviin matemaattisiin ilmiöihin. Mikäli lukukäsite esiintyy musiikin opetuksessa, tulisi siihen siis kiinnittää huomiota.

Vuorion (2010) toteaa useiden tutkijoiden (Case ja Okamoto, 1996; Bryant, 1996; Smith, 2002; Aunio, 2006) kanssa yhtenevästi matemaattisloogisen ajattelun kehittymisen rakentuvan luokittelun, vertailun ja järjestykseen asettamisen hallinnalle. Lukukäsitteen osat, joita ovat määrä, lukusanat ja numeromerkit luovat perustan laskemiselle, jota taitoa tarvitaan muiden matemaattisten sisältöjen yhteydessä (Vuorio, 2010). Mikäli alkuopetuksen musiikkituokioissa harjoitetaan luokittelua, vertailua ja järjestykseen asettamista ja luvun ominaisuudet lukumäärä, lukusana ja merkintätavat kiinnittyvät toisiinsa, voidaan nähdä lukukäsitteen opettamista tapahtuvan myös musiikin opetuksen kontekstissa. Vuorion (2010) mukaan selvästi eniten arjen matematiikassa arvioidaan määriä ja täten määrien vertailut käyttäen esimerkiksi käsitteitä enemmän, vähemmän ja yhtä paljon, ovat tärkeitä harjoituksia oppimistiellä kohti lukukäsitettä ja määrällisen tuloksen laskemista. Vuorio (2010) toteaa vielä, että muun muassa laulaminen on luonnollinen tapa avartaa lapsen käsitystä matematiikasta. Laulattaminen voidaankin nähdä monipuolisena ja konkreettisena menetelmänä vertailun kannalta, sillä siinä hyödynnetään useampia aisteja ja voidaanhan laulaessa vertailla niin äänenvoimakkuuksia (hiljempaa - lujempaa) kuin sävelkorkeuksia (matalalta – korkealta).

### **3 Musiikin ja matematiikan välisiä yhteyksiä**

Kun tarkoituksena on tarkastella matematiikan taitoihin liittyvän lukutajun kehittymistä eli lukukäsitteen oppimista tukevaa toimintaa musiikkituokioissa, on

relevanttia kysyä miten musiikki ja matematiikka ylipäätään liittyvät toisiinsa. Niin musiikin kuuntelemisella, harrastamisella kuin sen integroimisella matematiikan opetukseen on havaittu olevan myönteisiä vaikutuksia matematiikan taitoihin (mm. Rauscher, Shaw ja Ky, 1993; Helmrich, 2010; An, Capraro ja Tillman, 2013.) Ilmiötä on pyritty selittämään vertailemalla yksilön aivojen toimintaa musisoidessa ja matemaattista ongelmanratkaisua tehdessä (mm. Gaser ja Schlaug, 2003; Evans ja muut, 2009.) , mutta myös musiikin ja matematiikan syvistä sisällöllisistä yhteyksistä (Fauvel, Flood ja Wilson 2006; Dos Santos-Luiz, Mónico, Campelos ja Fernandes Da Silva, 2015). Seuraavassa esitellään musiikin myönteisiä vaikutuksia matemaattisiin taitoihin osoittavia tutkimustuloksia, sekä edellä mainitut kaksi erilaista, mutta ei toisiaan pois sulkevaa näkökulmaa ilmiön selittämiseen.

### **3.1 Musiikin vaikutuksia matemaattisiin taitoihin**

Musiikin vaikutusta matemaattisiin taitoihin on tutkittu enenevässä määrin 1990-luvulta lähtien. Aikaisimmissa tutkimuksissa (mm. Rauscher ym., 1993) on havaittu muun muassa musiikin kuuntelemisen parantavan hetkellisesti oppijan visuaalis-spatiaalista eli avaruudellista hahmottamiskykyä, jota tarvitaan matematiikan ongelmien parissa etenkin geometrian parissa. Tutkimuksen tuloksiin viitataan edelleen nimityksellä Mozart-efekti. Tulokset on kuitenkin myöhemmin vastaavankaltaisissa tutkimuksissa kyetty sekä toistamaan (Rideout ja Laubach, 1996.) että kumoamaan (Chabris, 1999., Newman & muut, 1995.) Bresler (2002) taas on todennut, että myönteisistä vaikutuksista huolimatta, ei voida muodostaa suoraa syy-seuraus suhdetta musiikin kuuntelun ja matematiikan taitojen välille. Ball (2010) taas esittää myönteisten kognitiivisten vaikutusten johtuvan yksinkertaisesti musiikin mielialaa kohottavalla vaikutuksella.

Mahdollista avaruudellisen hahmotuskyvyn paranemista on pyritty selittämään siirtovaikutuksella (transfer). Bahr ja Christensen (2000) selvittivät yläkoulun

oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen siirtovaikutusta musiikin ja matematiikan välillä ja havaitsivat, että johtuen musiikin ja matematiikan aihealueiden syvistä rakenteellisista yhteyksistä (Deep structural similarity of domains) siirtovaikutusta tapahtuu jopa spontaanisti ilman erikseen suunniteltua opetusinterventiota. Muun muassa Črnčec, Prior ja Wilson (2006) väittävätkin, että siirtovaikutuksen ansiosta oppiminen jollakin osa-alueella voi vaikuttaa suoriutumiseen jollakin toisella osa-alueella. Esimerkiksi kirjoitettujen nuottien ja pianon koskettimien sijaintien välisen suhteen ymmärtäminen vaatii visuospatiaalista, eli avaruudellista hahmotuskykyä, jolloin edellä mainitun ymmärryksen saavuttaminen voi parantaa esimerkiksi paperin taittamis- ja leikkaamistehtävissä suoriutumista. Geary (2004) toteaaakin avaruudellisen hahmotuskyvyn olevan merkittävässä osassa lukumäärien arvioinnissa ja Bobis (2008) taas on suoraan todennut avaruudellisen hahmotuskyvyn vaikuttavan myönteisesti myös lukutajuun.

Myöhemmin on myös tutkittu soitto- ja kuorolauluharrastuksen vaikutusta (Helmrich, 2010) algebran taitoihin. Matematiikan algebran osa-alueella menestyminen on riippuvainen lukukäsitteen ymmärtämisestä, sillä algebran sanakirjamääritelmän mukaan se on matematiikan osa-alue, jossa käytetään kirjaimia ja muita symboleita kuvaamaan lukuja ja lukumääriä kaavojen ja laskutoimitusten yhteydessä. Ilman käsitystä luvuista ei voida korvata lukuja abstrakteilla symboleilla. Helmrichin (2010) tutkimustulokset osoittivat selkeän tilastollisen merkitsevyyden, sillä algebran tehtävissä menestyi parhaiten soitonopetukseen osallistuneet, toiseksi parhaiten kuorolauluopetukseen osallistuneet ja huonoiten ne, jotka eivät osallistuneet kumpaankaan. Tulosten validiteettia voidaan kuitenkin arvioida kysymällä onko akateemisesti taitavien tyypillisempää hakeutua soitto- tai lauluharrastuksen pariin ja onko esimerkiksi sosioekonomisella taustalla vaikutusta, sillä soittoharrastukset eivät ole yleensä ilmaisia.



Musiikin vaikutusta matemaattisiin taitoihin on tutkittu Yhdysvalloissa myös alakoulukontekstissa. An ja muut (2013) toteuttivat interventiotutkimuksen, jota ennen yhdelle ensimmäisen ja yhdelle kolmannen luokan opettajalle pidettiin kymmenen tunnin koulutus musiikin integroimisesta matematiikan opetukseen, jonka jälkeen opettajat pitivät omille oppilailleen viisi viikkoa kestäneen jakson matematiikasta integroiden siihen musiikkia instrumenttien suunnittelun ja sävellyttämisen muodossa. Intervention tuloksena ensimmäisen ja kolmannen luokan oppilaiden matemaattiset taidot paranivat alkumittauksesta niin matemaattisten käsitteiden, laskustrategioiden sekä matemaattisten taitojen soveltamisen osa-alueilla tilastollisesti merkitsevästi kontrolliryhmiin nähden. Nämäkin tulokset viittaisivat siihen suuntaan, että musiikin avulla voidaan tehostaa matematiikan sisältöalueiden oppimista.

An, Tillman, Boren, ja Wang (2014) saivat toisessa tutkimuksessa samankaltaisia tuloksia, että musiikin ja matematiikan integroinnilla oli myönteinen vaikutus peruskoulun oppilaiden matemaattisiin taipumuksiin. Myös Gillanderin ja Casal de la Fuentes (2020) varhaiskasvatuksen piirissä tehdyssä opetusinterventiossa koettiin oppilaiden matemaattisten käsitteiden hallinnan parantuneen. Voidaan kuitenkin pohtia johtuiko taitojen paraneminen edellisissä tutkimuksissa tosiaan juuri musiikin integroimisesta matematiikkaan vai sittenkin opetusinterventioissa käytetyistä monipuolisista toiminnallisista ja motivoivista opetusmenetelmistä. Vuoriokin (2010) toteaa, että toiminnallisuus, jossa hyödynnetään kaikkia aisteja on lapsille luontainen tapa oppia. Musiikin käyttäminen matematiikan opiskelun motivoinnissa voidaan kuitenkin nähdä myös arvokkaana keinona, jos sillä tosiaan on myönteisiä vaikutuksia matematiikan taitojen kehittymisen.

## 3.2 Musiikin ja matematiikan yhteyksiä aivotoiminnassa

Teknologian kehityksen mahdollistamat aivokuvantamismenetelmät, kuten magneettikuvaus, ovat mahdollistaneet tutkia sitä, mitä aivoissa tapahtuu musisoidessa ja mitä tehdessä laskutoimituksia. Gaser ja Schlaug (2003) tutkivatkin ammattimuusikoiden, musiikkiharrastajien ja musiikkia harrastamattomien magneettikuvattujen aivojen rakennetta ja havaitsivat, että ammattimuusikoiden ja musiikkiharrastajien pikkuaivoissa, päälakilohkossa ja ohimolohkossa oli harmaata ainetta verrattain enemmän musiikkia harrastamattomiin. Cranmoren (2015) mukaan kyseiset aivoalueet ovat keskeisessä osassa vastaanotetun äänen käsittelyn lisäksi myös muun muassa laskutoimitusten tekemisessä. Tämän perusteella voitaisiin väittää, että musisoiminen muovaa aivoja samankaltaisesti kuin matemaattinen toiminta. Muun muassa Vandervert (2017) on esittänyt, että lukutajun myönteisestä kehitymisestä vastuussa olevat aivoalueet ovatkin pikkuaivot, sekä aivokuoreen kuuluvat päälaki- sekä ohimolohko.

Matemaattisten ja musiikillisten taitojen yhteyden vahvistamiseksi on pyritty falsivioimaan käsitys aivojen aihepesifistä lateraalisuudesta, jonka mukaan muun muassa matemaattiset ja analyyttiset taidot olisivat painottuneet aivojen vasemmalle puoliskolle, kun taas muun muassa musikilliset taidot ja luovuus sekä mielikuvituksellisuus olisivat painottuneet aivojen oikealle puoliskolle, jolloin esimerkiksi musiikillisesti taitavilla ihmisillä on tyypillisimmin oikea aivopuolisko aktiivisemmassa käytössä kuin vasen. (Szirony, Burgin & Pearson 2008) Aivojen lateraalisuuden olemassaolo ilmiönä ei kuitenkaan välttämättä ole mitenkään selkeässä ristiriidassa musiikillisten taitojen ja matematiikan taitojen yhteyksien kanssa. Voihan esimerkiksi musiikin kuuntelu ja soittaminen toimintana edellyttää kuuntelijalta tai soittajalta tietynlaista analyyttistä otetta ja matemaattisten ongelman ratkaiseminen edellyttää ongelman kanssa kamppailevalta mielikuvituksellista otetta ja luovia ratkaisuja. Szironyn ja

muiden (2008) tutkimuksessa ilmenikin, että vaikka musiikilliset taidot näyttävät painottuvan melko selkeästi oikealle aivopuoliskolle, matemaattisten taitojen ja niisanotun vasenaivoisuuden välillä ei ollut havaittavissa samankaltaista tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

Matemaattisten ja musiikillisten taitojen yhteyden vahvistamiseksi on tukeuduttu myös aivojen plastisuuteen, jolla viitataan aivojen kykyyn muodostaa oppimisen aikana yhteyksiä aivojen eri osien välille. Evans ja muut (2009) toteuttivat pitkittäistutkimuksen, jossa vertailtiin soitonopetuksessa olleiden lasten ja soitonopetusta vastaanottamattomien lasten aivojen magneettikuvia 15 kuukauden aikana. Tutkimuksessa havaittiin, että loppumittauksessa soitonopetusta vastaanottaneilla lapsilla aivokurkiainen, joka yhdistää vasenta ja oikeaa aivopuoliskoa toisiinsa, oli kasvanut alkumittaukseen nähden tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin kontrolliryhmän lapsilla. Olson (2010) väittääkin, että Evansin ja muiden (2009) tutkimustulokset, jotka osoittavat että musiikin avulla voidaan vahvistaa yhteyttä aivopuoliskojen välillä, tukevat käsitystä, jonka mukaan musiikki ja matematiikka aktivoivat samoja aivojen osia. Toisaalta voidaan pohtia, että kasvattaako musiikkiharrastus aivokurkiaista siksi, että soittamisessa tarvitaan toisinaan jo olemassa olevia matemaattisia taitoja musiikin rakenteellisen hahmottamisen vuoksi. Tällöin jää kysymykseksi, tukeeko musiikkiharrastus todella matemaattisten taitojen kehittymistä, vai ovatko matemaattiset taidot musisoimisessa vain työvälineenä, jota hyödyntääkseen aivot vahvistavat aivopuoliskojen välistä kommunikaatiota.

### **3.3 Musiikin matemaattinen luonne**

Garlandin ja Khanin (1995) mukaan musiikkia ja matematiikkaa yhdistää se, että molemmat universaaleja ja kulttuurirajat ylittäviä. Mehrin, Singhin, Yorkin, Glowacki ja Krasnowin (2018) tutkimuksessa selvitettiin useita eri kansallisuutta edustavien internetkäyttäjien kokemuksia lyhyiden musiikkikappaleiden merkityksistä ja havaittiin arvioitsijien välillä vallitsevaa selkeää yksimielisyyttä

siitä, oliko musiikinäyte tarkoitettu esimerkiksi rakkauslauluksi vai tuutulauluksi. Eri kulttuuritaustoista tulevien toisiaan hyvin lähellä olevat arvioinnit musiikin käyttötarkoituksista viittaisivat siihen, että musiikkia voidaan tosiaan ajatella tietyllä tapaa universaalina kielenä. Vuorion (2010) mukaan mukaan myös matematiikka on kieli, jonka perusta on hyvä lukukäsitteen hallinta. Myös matematiikka on kielenä universaali, sillä laskutoimitukset toimivat samalla periaatteella kulttuuritaustoista riippumatta. Mutta kommunikoivatko nämä kaksi universaalista kieltä lainkaan keskenään?

Kivelän (1998) mukaan koulumatematiikka on perinteisesti jaoteltu sisältöalueittain aritmetiikkaan, algebraan ja geometriaan, joskin nykyisellään matematiikan tieteenalassa lukuteoria on itsenäistynyt aritmetiikasta ja algebra ja geometria ovat osin sekoittuneet. Dos Santos-Luiz ja muut (2015) pyrkivät systematisoimaan musiikin ja matematiikan sisältöjen välisiä yhteyksiä ja päätyivät siihen, että matematiikkaan yhteydessä olevat musiikin käsitteet ja osa-alueet jakautuvat nimenomaisesti aritmetiikan, algebran, trigonometrian ja erityisesti geometrian alueille. Dos Santos Luiz ja muut (2015) jaottelivat matematiikkaan yhteydessä olevat musiikin sisällöt kolmeen pääluokkaan: musiikin teoria ja analyysi, akustiikka sekä säveltäminen. Nämä ovat linjassa Anin ja muiden (2013) tuloksiin, jossa sävellyttäminen ja soitinrakentaminen, joka vaatii tietoa akustiikasta, vaikuttivat myönteisesti oppilaiden matemaattisiin taitoihin. Lisäksi on syytä mainita erikseen musiikkia ja matematiikkaa yhdistävät merkintätavat vaikka ne toisaalta sisältyvätkin edellä mainittuihin luokkiin.

### **3.3.1 Matematiikka musiikin teoriassa ja analyysissä**

Länsimaisen musiikin teoria perustuu duuri-molli-tonaalisuuteen. Yksilö akkulturoituu länsimaiseen duuri-molli-tonaalisuuteen altistuttuaan jo varhaisessa lapsuudessa sen rakenteisiin kuullessaan musiikkia (Ahonen, 2000). Duuri-molli-tonaalisuus rakentuu sävelasteikoille, intervalleille ja

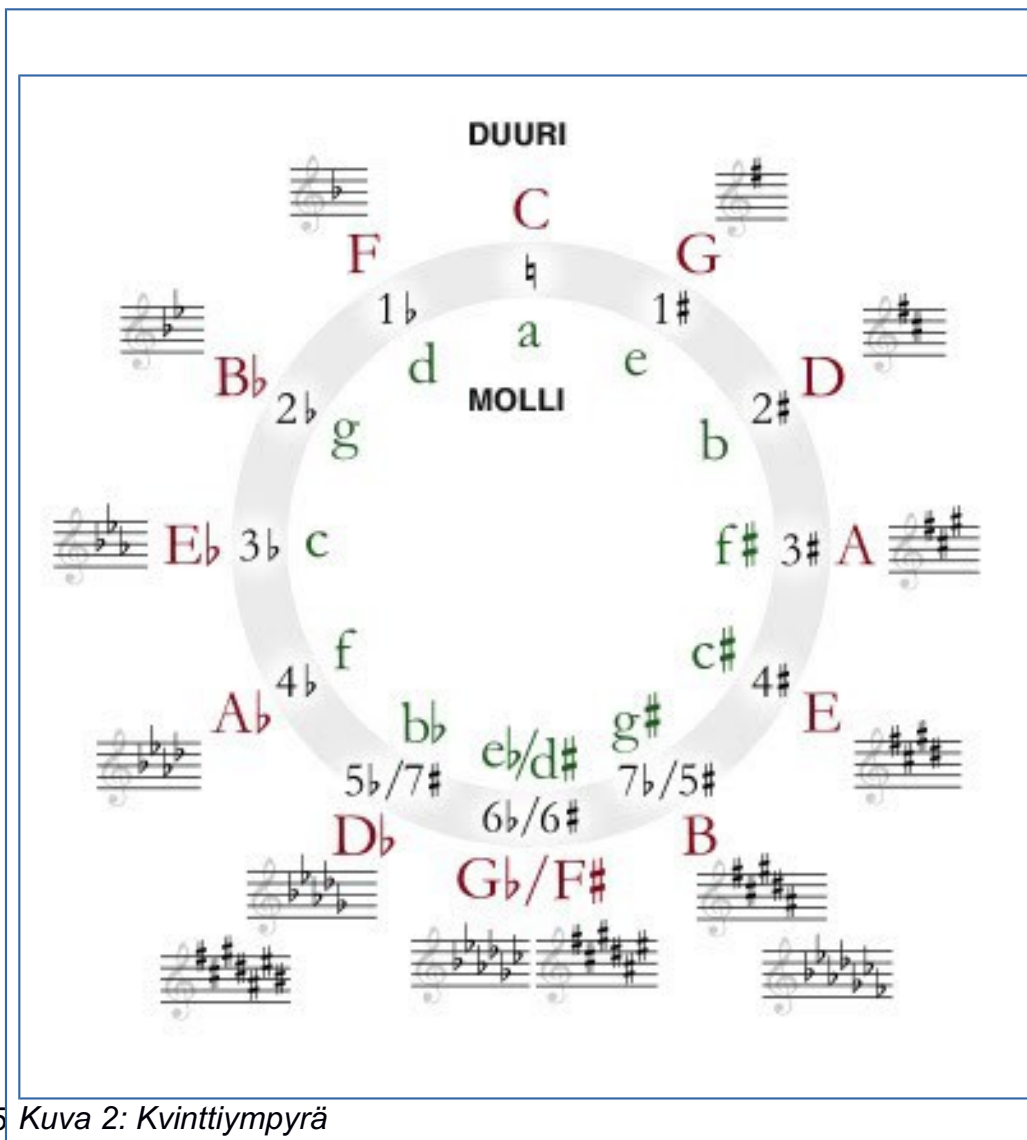
soinnuille ja niiden yhdessä muodostamalle harmoniselle rakenteelle. Apiolan (2015) mukaan seitsensävelisistä duuri- ja molliasteikoista käytetään yhteisnimitystä diatoniset asteikot. Walkerin ja Donin (2013) mukaan asteikkojen kaavat voidaan esittää lukujen (sävelaskelten määrä suhteessa edelliseen säveleen) avulla. Esimerkiksi duuriasteikossa perussävelestä edetään asteikossa puolisävelaskeleittain (PS) seuraavasti: 2 PS, 2 PS, 1 PS, 2 PS, 2 PS, 2 PS, 1PS.

Olson (1967) on jopa väittänyt duuri-molli-tonaalisten sävelasteikkojen perustuvan Fibonaccin lukujonolle (1,1,2,3,5,8,13...). Olsonin (1967) esityksessä 1. sävel on perussävel, 2. sävel on kokosävelen etäisyydellä perussävelestä, 3. ja 5. sävel muodostavat yhdessä perussävelen kanssa soinnun, 8 on asteikkojen sävelten määrä, kun niihin otetaan oktaavin päässä perussävelestä oleva sävel mukaan ja 13 oktaavin sisällä olevien sävelten määrä. Olson (1967) vielä lisää, että duuri-molli-tonaalisisessa musiikissa suurinta jännitettä ja huippukohtaa määrittävä dominanttisävel (asteikon 5. sävel) on kromaattisesti asteikon 8. sävel kaikista kromaattisen asteikon 13. sävelestä ja muodostaa näin likimääräisen kultaisen leikkauksen (13/8) oktaavin sisälle. Vaikka yhteydet ovatkin mielenkiintoisia, on tämä Olsonin (1967) esitys melko keinotekoinen (esimerkiksi 2. sävelen merkitystä ei ole avattu) ja jättää liikaa tulkinnanvaraa.

Olsonin (1967) mukaan ilman lukuja ei voida myöskään määritellä musiikissa intervaleja. Tähän toteamukseen on helpompi yhtyä. Taschen (2007) kertoo musiikin intervallien olevan kahden sävelen ääniaaltojen välinen suhde. Pierce (1992) kuvailee niiden intervallien olevan konsonoivia (tasasointisia), joiden suhde on esitettävissä yksinkertaisena murtolukuna, kuten priimi (1:1), oktaavi (1:2) ja kvintti (2:3) ja taas niiden intervallien olevan dissonoivia (riitasointisia), joiden suhde on monimutkainen, kuten ylinouseva kvartti (45:32) ja pieni sekunti (256/243). Nämä suhteet pitävät kuitenkin paikkansa vain oktaavia ja priimiä lukuunottamatta pythagoralaisessa virityksessä. Nykyisin yleisemmin

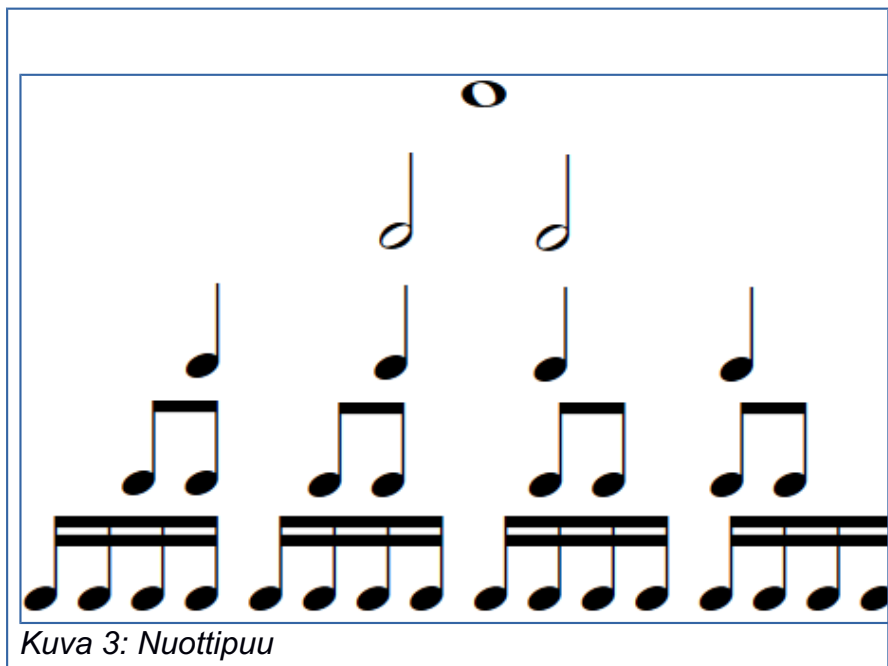
käytettävässä tasavirityksessä soittimen jokaisen kahden perättäisen sävelen suhde on vakio luvun 2 kahdestoistajuuri eli  $\sqrt[12]{2}$  (Apiola, 2015).

Intervallien konkreettiseen hahmottamiseen voidaan onneksi soveltaa samaa puolisävelittäin laskemista kuin sävelasteikon kaavoihin. Esimerkiksi voidaan laskea, että c-duuriasteikossa kvintti-intervallin muodostamien c- ja g-sävelen välinen etäisyys on 7 puolisävelaskelta. Intervalleista juuri kvintti on koettu musiikissa todella merkittäväksi, sillä Piercen (1992) mukaan kvinttiympyrä (Kuva 2) ilmaisee geometrisesti kromaattisessa asteikossa sävelten väliset suhteet molli- sekä duuriasteikoissa ja niin säveltäjät kuin musiikin teorian opettajat ovat käyttäneet sitä työkaluna vuosisatoja.



25 Kuva 2: Kvinttiympyrä

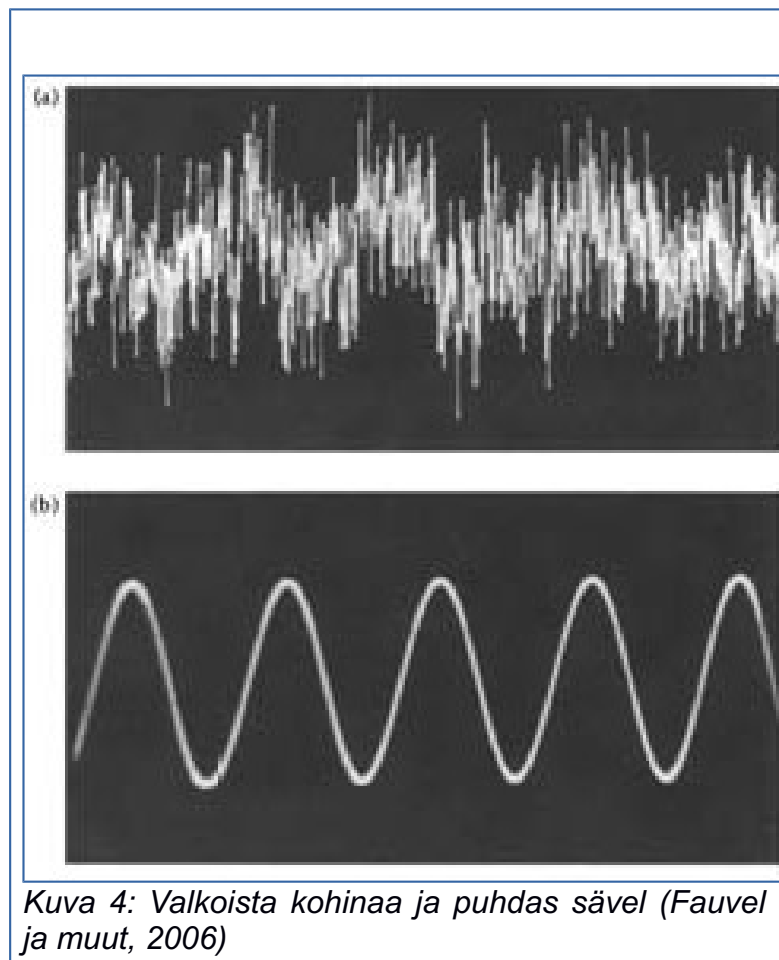
Musiikissa voidaan myös analysoida lukujen avulla tempoa ja rytmejä (Olson, 1967; Garland ja Khan, 1995). Tempo ilmaisee musiikissa sen, että montako iskuu tulee minuutissa. Esimerkiksi merkintä tempo 120 tarkoittaa, että musiikin perussykkeen iskut tulevat puolen sekunnin välein. Myös Apiolan (2015) mukaan iskujen määrä ja niiden kesto voidaan esittää lukujen avulla. Esimerkiksi kokonuotti kestää yhtä kauan kuin kaksi puolinuottia tai neljä neljäsosanuottia ja niin edelleen. Tuota jakamista voitaisiin ainakin teoriassa jatkaa ikuisesti (jos vain löydettäisiin tarpeeksi nopea soittaja soittamaan nuotit) samalla tavalla kuin mitä tahansa lukua voidaan jakaa äärettömän monta kertaa. Lukumääriin perustuva logiikka on helppo huomata nuottipuusta (kuva 3).



### 3.3.2 Matematiikka ja akustiikka

Akustiikka on äänen ominaisuuksia tutkiva tieteenala. Garlandin ja Khanin (1995) mukaan musiikissa sävelet aikaansaavia ääniaaltoja voidaan tulkita numeerisesti. Yksittäisen sävelen värähtelytaajuus ilmaistaan hertseinä ja esimerkiksi yksiviivaisen a-sävelen värähtelytaajuus on 440 Hz. Fauvelin ja

muiden (2006) mukaan oskillografilla voidaan huomata olennainen ero minkä tahansa äänen ja musiikin sävelen välillä; esimerkiksi valkoinen kohina (kuva 4. a) näkyy oskillografissa epäsäännönmukaisena ja kaoottisena, kun taas puhdas sävel (kuva 4. b) näkyy täydellisen säännönmukaisena jaksollisena siniaaltona. Jos käytetään esimerkkinä samaa yksiviivaista a-säveltä, niin sen värähtelyä kuvaa funktio  $y = \sin(2\pi 440t)$  (Apiola, 2015). Todetaan, että yksittäinen sävel voidaan esittää puhtaasti matemaattisesti.



Garlandin ja Khanin (1995) mukaan matematiikan avulla voidaan selittää miksi soittimia viritetään. Fauvel ja muut (2006) toteavat, että monia tavallisia esineitä kuten putkia, astioita tai säiliöitä napauttamalla tai niihin puhaltamalla voidaan saada aikaan sävel. Tutkimalla esimerkiksi putkia huomataan, että mitä pidempi putki (eli suurempi ilmapatsas) sitä matalamman äänen se tuottaa. Voidaan



myös huomata mitä tahansa pitkulaista ja taipuisaa esinettä venyttämällä (esimerkiksi kitaran kieltä virittämällä), että mitä enemmän sitä venyttää sitä tiheämmin se näyttää iskun värähtelevän ja sitä korkeamman äänen se tuottaa.

### **3.3.3 Matematiikka ja säveltäminen**

Papadopoulosin (2002) mukaan musiikin teoria ja säveltäminen vaativat samaankaltaista abstraktia ajattelua ja pohdiskelua kuin matemaattinen ajattelu. Myös Fauvelin ja muiden (2006) mukaan säveltämisessä peruselementit kuten sävelkorkeus, rytmi, harmoniaopilliset ratkaisut ja musiikillisten yksikköjen järjestyminen jaksoiksi ovat matemaattisen suunnittelun tulosta.

Jo aiemmin mainitun Fibonaccin lukujonon ja erityisesti siihen perustuvan kultaisen leikkauksen on huomattu esiintyvän useiden merkittävien säveltäjien, kuten Debussyn, Beethovenin ja Mozartin teoksissa (Putz, 1995; Frey, 2015). Lisäksi ainakin Bachin ja Beethovenin on havaittu käyttäneen fraktaaleita teoksissaan (Voss ja Clarke, 1975; Brothers, 2007). Fraktaalilla tarkoitetaan itsesimilaarista joukkoa eli joukkoa, jonka osat ovat yhdenmuotoisia ja joukko näyttää samanlaiselta tarkastelee sitä millä suurennoksella tahansa (Kangaslampi, 2012).

### **3.3.2 Musiikin merkintätavoista**

Musiikkia ja matematiikkaa yhdistävät numeroihin, lukuihin ja symboleihin perustuvat merkintätavat sekä niistä muodostuva koodaus ja sen purkaminen (Fauvel ja muut, 2006). Matematiikassa koodaus on selvästi laskutoimitusten esittämistä kuuluvilla luvuilla ja niihin liitetyillä symboleilla (esimerkiksi + ja = merkinnät). Musiikissa tämä tarkoittaa taas sitä, että joku henkilö säveltää kappaleen ja koodaa sen eli kirjoittaa sen nuoteiksi, jolloin taas joku toinen henkilö pystyy purkamaan koodin, eli tulkitsemaan nuottikirjoituksen ja

soittamaan tai laulamaan kappaleen alkuperäisen säveltäjän tarkoittamalla tavalla.

Nuottikirjoituksessa törmää väistämättä lukukäsitteeseen jo alkaen kappaleen alussa ilmoitetusta tahtilajista. Olson (1967) toteaa, että nuottien murtolukumuotoisessa tahtilajimerkinnässä osoittaja ilmoittaa tahtiosien määrän tahdissa ja alempi nimittäjä taas yhden tahtiosan pituuden. Papadopouluksen (2002) mukaan taas nuottikirjoituksessa on hyödynnetty karteesisista koordinaatistoa ennen kuin se on otettu käyttöön matematiikassa, ja tämä ilmenee, kun tarkastelee nuottiviivastoa koordinaatistona, jossa x-akseli kuva kappaleen aika-ulottuvuutta ja y-akseli sävelkorkeuden ulottuvuutta.

## 4 Tutkimuksen toteutus

Tämän ei-osallistuvan etnografisen tapaustutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mitä lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä voi alkuopetuksen musiikkituokioissa olla ilman erikseen suunniteltua opetusinterventiota. Päädyin käyttämään omassa tutkimuksessani Yinin (2003) 5-osaista mallia tapaustutkimuksen toteuttamiseen:

1. Tutkimuskysymykset
2. Hypoteesit (jos niitä on)
3. Tutkittavat ja aineisto
4. Tutkimusdatan looginen linkittäminen hypoteeseihin
5. Kriteerit tulosten tulkitsemiseen

### 4.1 Tutkimustehtävä

Tarkoituksena oli tutkia mitä lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä voi olla alkuopetuksen musiikkituokioissa. Tutkimus kiinnittyy STEAM-kasvatusajatteluun, joka nostaa taito- ja taideaineet tieteen, teknologian, insinööritaidon ja matematiikan rinnalle. STEAM-kasvatus on keino saavuttaa STEM-kasvatuksen (Science, Technology, Engineering, Mathematics) hyödyt ja täydentää paketti integroimalla ne taiteisiin (Arts) ja taiteiden avulla. STEAM-toimintamallissa otetaan vähintään kaksi malliin kuuluvaa osa-aluetta opetettavaksi toistensa avulla. (Institute for arts integration and STEAM, 2020) Lisäksi aihealue on kiinteästi yhteydessä Learning through arts-

opetusohjelmiin, joissa myös hyödynnetään taitteita toisten aihealueiden opetuksessa (ACARA, 2000).

Tämän tutkimuksen tapauksessa aihe-alueet olivat matematiikka ja taiteisiin kuuluva musiikki. Spesifimmin tehdään oletus, että musiikin keinoin voidaan tukea lukutajun kehittymistä. Lukutajun kehittymisellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa lukukäsitteen vaiheittaista oppimista perustuen Aunion (2006) määritelmään lukutajusta. Teoreettinen viitekehys lukukäsitteen oppimiseen oli kehityspsykologinen ja se perustui Gelmanin ja Gallistelin (1978) malliin laskemisen periaatteista Mattisen (2006) ikä- ja kehitysvaihesidonnaisuutta mukailien sekä Casen ja Okamoton (1996) ja Gearyn (1994; 2000) malleihin lukutajun kehittymisestä. Tutkimukseni kiinnittyy myös didaktisen matematiikan näkökulmaan loogismatemaattisesta kasvatustyöstä, jossa peruskäsitteiden hyvän ymmärryksen saavuttaminen nähdään mekaanisia laskutaitoja tavoiteltavampana ja sen saavuttukseen on hyödynnettävä havainnollisia esitystapoja esimerkiksi musiikin keinoin (Tossavainen, 2004).

Kirjallisuuskatsauksen perusteella päädyin määrittämään seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Missä luvun esitysmuodoissa (kardinaali ja ordinaali) ja lukutajun osa-alueissa lukukäsite ilmenee musiikkituokiossa?
2. Mitä lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä voi alkuopetuksen musiikkituokioissa olla?

Hypoteesien tekeminen ei ollut tässä tutkimuksessa mitenkään perusteltua, sillä tarkoituksena oli vain kartoittaa lukutajua tukevia oppimisympäristöjä musiikkituokioissa. Laadullisessa tutkimuksessa käytetään termiä hypoteesittomuus siitä, ettei tutkija muodosta voimakkaita ennakko-oletuksia tutkimuksen tuloksista, eli toisinsanoen ei tutkija ei pyri testaamaan jotakin

tiettyä teoriaa ja sen olemista linjassa otoksen kanssa (Eskola & Suoranta 1998). Vaikka tutkimustieto musiikin ja matematiikan välisistä yhteyksistä ohjasikin tutkimuksen suuntaa, ei tarkoituksena ollut koetella tai vahvistaa aiempaa tutkimustietoa, joten oli järkeenkäypää pitäytyä tässä tutkimuksessa hypoteesittomuudessa.

## 4.2 Tutkimusmenetelmä

Tämä tutkimus toteutettiin käyttäen ei-osallistuvaa etnografiaa (Saaranen-Kauppinen ja Puusniekka, 2006). Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan etnografia tähtää tutkimuskohteen mahdollisimman kokonaisvaltaiseen kuvaamiseen sekä ymmärtämiseen ja sen lähtökohdat perustuvat ympäristön monipuoliseen havainnoimiseen. Tyypillisesti etnografiassa tutkija osallistuu itse toimintaan siinä yhteisössä, jossa tekee tutkimusta (Eskola ja Suoranta, 1998). Tuomen ja Sarajärven (2002) mukaan esimerkiksi toimintatutkimuksessa tutkija itsekin osallistuu toimintaan, mutta havainnointi voi olla myös etnografiassa ei-osallistuvaa. Havainnointi taas on Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan subjektiivista ja valikoivaa toimintaa ja toinen tutkija saattaa kiinnittää huomionsa johonkin asiaan, mikä jää toiselta tutkijalta kokonaan huomaamatta. Tuomen ja Sarajärven (2002) triangulaatiolla eli useiden lähestymistapojen ja tutkimusmenetelmien hyödyntämisellä voidaan kuitenkin lisätä tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimustyyppi on tapaustutkimus (case study research). Yinin (2003) mukaan tapaustutkimuksessa on tutkimuksen kohteena voi olla yksittäinen tapahtuma, jokin rajattu kokonaisuus tai yksittäinen yksillö ja kohdetta tutkitaan käyttäen monipuolisia ja eri menetelmillä hankittua tietoa. Saaranen- Kauppinen ja Puusniekan (2006) mukaan tapausta tutkimalla pyritään lisäämään ymmärrystä tietystä ilmiöstä pyrkimättä kuitenkaan yleistettävään tietoon.

Koska tarkoitus oli tutkia millaisia lukutajua kehittäviä oppimisympäristöjä voi alkuopetuksen musiikkituokioissa olla ilman erikseen suunniteltua opetusinterventiota oli tärkeää, että tutkijan vaikutus oppimisympäristöissä minimoitiin. Tästä syystä päädyin käyttämään ei-osallistuvaa etnografista otetta. Tutkimuksen kohteena olevat musiikkituokioiden oppimisympäristöt lukutajun kehittymisen näkökulmasta täytyi saada edustetuksi tutkimukseen mahdollisimman monipuolisesti. Päädyinkin hyödyntämään tutkimuksessani menetelmätriangulaatiota. Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan menetelmätriangulaatiolla tarkoitetaan usean eri tiedonhankinnan menetelmän hyödyntämistä. Oppimisympäristöjen kartoittamiseksi päätin videokuvata musiikkituokiot havainnoinnin tueksi. Videokuvattujen musiikkituokioiden puhe litteroitiin ja näin kykenin tarkastelemaan tarkemmin puheen sisältöä litteraatista sekä itse toimintaa, äänenpainoja ja eleitä videokuvasta. Lisäksi hankin ne opetustuokioissa käytetyt opetusmateriaalit, siltä osin kuin ne olivat saatavilla. Muutoin tarkastelin opetusmateriaaleja videomateriaalista.

Pohdin myös yhtenä vaihtoehtona musiikkituokiot pitäneiden opettajien haastattelemista lasten lukutajun kehittämisestä ja musiikki-oppiaineen tavoitteellisesta käyttämisestä sen tueksi , mutta näin haastatteluissa muutamankin ongelman tutkimuksen kannalta. Tutkimuksessani pyrin saamaan aineistooni mahdollisimman tavallisia alkuopetuksen musiikkituokioita ja halusin välttää riskin siitä, että ennen musiikkituokioita pidetyt haastattelut voisivat jotenkin ohjata opettajien didaktisia ratkaisuja ja näin ollen musiikkituokiota olisivatkin saattaneet sisältää erikseen suunniteltuja opetusinterventioita. En myöskään kokenut, että jälkepäin pidetyt haastattelut olisivat tuoneet merkittävää lisäarvoa tutkimukselleni, sillä opettajien omat käsitykset eivät vaikuta esimerkiksi siihen mikäli lukukäsitys on kytköksissä musiikkioppiaineeseen johtuen matematiikan ja musiikin syvistä rakenteellisista yhteyksistä. Olin kuitenkin avoin ajatukselle haastatteluiden järjestämisestä, kunnes ajalliset haasteet ratkaisivat haastatteluiden kohtalon puolestani. Vaikka tutkimusluvut aineistonhankinnan kohteena olevaan kouluun oli hankittu jo

hyvissä ajoin keväällä 2019, osoittautui alkuopetuksessa musiikkituokioita pitäneiden opettajien tavoittaminen sähköpostitse haasteelliseksi. Aikaa kului jo pelkästään lukujärjestysten selvittämiseen, jotta osasi olla oikeassa paikassa oikeaan aikaan videokameran kanssa.

### **4.3 Tutkimuksen kohde ja aineiston hankinta**

Tämän tutkimuksen aineisto koostuu kahdesta erään satakuntalaisen alakoulun toisen vuosiluokan ja yhdestä ensimmäisen vuosiluokan videoidusta 45 minuutin mittaisesta musiikkituokiosta ja niiden opetusmateriaaleista. Tarkoitus oli alunperin kerätä aineistoa kahdesta ensimmäisestä luokasta ja kahdesta toisesta luokasta, mutta toinen ensimmäisen luokan opettajista ei vastannut lukuisiin yhteydenottoyrityksiini. Tavoitin lopulta kaksi luokanopettajaa, joista toinen opetti musiikkia omalle toiselle luokalleen ja toinen sekä ensimmäiselle luokalle että toiselle kahdesta toisesta luokasta.

Tavoitetuille kahdelle opettajalle kerroin sähköpostilla, että tutkin lukukäsitteen esiintymistä musiikkituokioissa. Alunperin tarkoitus oli jättää kertomatta opettajille, että mihin kiinnitän opetustilanteissa huomioni, jotta opettajat eivät ”varautuisi” aiheeseeni millään tavalla, mutta kun toinen opettajista kysyi sähköpostissa, että mitä olen tutkimassa, päädyin kertomaan aiheeni molemmille korostaen kuitenkin, että pyrin saamaan aineistooni mahdollisimman tavallisia musiikkituokioita. Huoleni opettajien varautumisesta osoittautui kuitenkin onneksi turhaksi. Sähköpostini oli ehtinyt unohtumaan opettajilta kuvauspäiviin mennessä ja erääseen musiikkituokioon saapuessa opettaja alkoi pahoitella, ettei ollut ehtinyt varautumaan aiheeseeni millään tavalla ja toiseen musiikkituokioon saapuessa opettaja ihmetteli, että mitä olen tekemässä, kun asettelin kameraa luokan perälle.

Vastaamattomaksi kysymykseksi kuitenkin jää se, että saattoivatko opettajat alkaa improvisoimaan opetustilanteessa, kun muistivat saapuessani aiheeni.

Erityisesti yksi hetki viimeisessä kuvaamassani musiikkituokiossa herätti minussa sellaisia epäilyksiä litterointivaiheessa. Olin jo aiemmin ollut kuvaamassa saman opettajan pitämän ensimmäisen luokan musiikkituokion ja kyseisessä toisen luokan musiikkituokiossa opettaja ohjeisti oppilaita laulaamaan jo kerran laulettua kappaletta uudelleen seuraavalla tavalla:

”Tehään niin et noustaas seisomaan ja lauletaan uudelleen oikein kuuluvalla äänellä. Eli nyt lauletaan lujempaa kuuluvammin, mut ei huudeta kuitenkaan. Eli nyt on kuuluvampi laulu, sopiikin tähän hyvin”. (Mt2.2E2)

Tässä opetustilanteessa luokka lauloi toisella kerralla selvästi kuuluvammin. Videolta ja ääniraidalta oli havaittavissa selkeä tauko opettajan puheessa ensimmäisen virkkeen jälkeen ja katseen siirtyminen kohti kattoa aivan kuin opettaja olisi pohtinut jotakin asiaa hetkellisesti. Tämän jälkeen opettaja sanoi nopeammalla temmolla kaksi viimeistä virkettä, joka herätti minussa kysymyksen, että oliko opettaja juuri oivaltanut antaneensa lapsille vertailutehtävän ja totesi siksi, että ”sopiikin tähän hyvin”, kun olin videoimassa musiikin tuntia ja huomioni kohteena oli lukukäsitteen, jonka hallitsemisen yksi osa-alue on vertailu, esiintyminen musiikkituokiossa. Huomionarvoista on kuitenkin todeta, että oppilaiden laulama laulu oli Kielinappu-yhtyeen Vertailulaulu ja opettaja saattoikin viitata viimeisellä lauseellaan vain kyseisen laulun pedagogiseen sisältöön. On kuitenkin myös todettava, että kolmesta musiikkituokiosta juuri kyseisessä musiikkituokiossa lukukäsitteen osa-alueet esiintyivät kaikista harvimmin.

#### **4.4 Aineiston analyysi**

Videoitujen musiikintuntien kaikki opettajien ja oppilaiden puheenvuorot litteroitiin ja niiden joukosta valittiin ne puheenvuorot ja tilanteet, joissa lukukäsite esiintyi ensin määrällistä sisällön erittelyä ja tämän jälkeen laadullista sisällönanalyysiä varten. Triangulaatio oli siis läsnä myös aineiston analyysissä, kun aineistoa tarkasteltiin sekä määrällisesti että laadullisesti. Tuomen ja



Sarajärven (2002) mukaan aineistoa tarkastellaan sisällönanalyysissä eritellen, yhtäläisyyksiä ja eroja etsien ja tiivistäen. Sisällönanalyysi on tekstianalyysia, jonka tarkastelun kohteena ovat joko jo ennalta tekstimuotoiset tai sellaiseksi muutettuja aineistot ja taas sisällön erittelystä puhutaan, kun kuvataan määrällisesti tekstin sisältöä, vaikkapa jonkin tietyn sanan esiintymistiheyttä tekstissä (Tuomi ja Sarajärvi, 2002).

#### 4.4.1 Sisällön erittely

Tämän tutkimuksen tapauksessa sisällön erittely tarkoitti käytännössä lukukäsitteen esiintymistiheyden tarkastelemista musiikin opetustuokioiden litteraatissa. Päädyin tekemään sisällön erittelyn neljässä erillisessä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa yksinkertaisesti poimin litteroiduista aineistoista ne hetket, joissa esiintyi lukuja (ordinaali- ja kardinaalimuodossa) tai harjoitettiin jotakin Aunion ja muiden (2005) lukukäsitteiden osa-alueista. Kardinaali- ja ordinaalilukujen esiintymiseksi tulkittiin niiden käyttäminen viitattaessa johonkin olioon (esimerkiksi 3 tamburiinia tai 2. sävel) tai laskemista vaativan tehtävän antaminen oppilaalle mutta myös lukusymbolien esillä olo. Lukusymbolien mukaan ottaminen oli perusteltua, sillä esimerkiksi Mereluodon (2001) mukaan lukusymboli on luvun representaatio, jolla kuvataan jonkin oliojoukon määrää. Haasteelliseksi kuitenkin osoittautui se, että lukukäsite saattoi esiintyä yhdessä hetkessä useita kertoja ja monissa eri representaatioissa.

*”Ja täältä pitäisi etsiä sellainen sivu.” Opettaja selaa musiikin oppikirjaa” Nyt taas isoja lukuja. Sivunumero kuin. Osaaks teistä joku sanoo mikä sivunumero tämmönen on?” Opettaja kirjoittaa samalla taululle luvun s. 161, jonka puheenvuoron saanut oppilas osaa sanoa oikein. ”Hyvä, se oli ihan oikein” Nyt opettaja laittaa taululta näkymään kyseisen kappaleen Kolme palloa, jossa merkittynä alussa kappaleen tahtilaji 2/4. Kappaleessa on kolme säkeistöä ja kahden muun säkeistön alkuun merkittynä järjestysluvut luvut 2. ja 3. (Mt1.1E6)*

Tässä tilanteessa s.161 kuvaa kirjassa olevien sivujen määrää sivuun 161 mennessä, 2/4 tahtilaji kahden neljäsosanuotin (olion) mahtumista yhteen

tahtiin ja 2. ja 3. kuvaavat säkeistöjen laulujärjestystä, kappaleen nimi Kolme palloa viittasi kolmeen konkreettisesti havaittavaan taivaankappaleeseen, Kuuhun, Maahan ja Aurinkoon. Ei ollut ehkä kuitenkaan perusteltua sanoa, että kyse oli neljästä erillisestä tapauksesta. Sosiaalipsykologian professori Antti Eskola (1988) on määritellyt opetustilanteessa tapahtuvan vuorovaikutuksen perusyksikön episodiksi. Episodin alkamista ja loppumista määrittää esimerkiksi keskustelunaiheen muuttuminen ja esimerkiksi kokonainen opetustuokio muodostaa useammasta episodista koostuvan episodiketjun (Eskola, 1988). Päädyinkin ratkaisemaan sisällön erittelyn haasteen nivomalla ylläolevan aineistoesimerkin kaltaisesti yhteen ne hetket, joissa lukukäsite esiintyi useampaan kertaan pienessä ajassa sen perusteella, että kyseessä oli lukukäsitteen esiintyminen saman vuorovaikutusepisodin puitteissa. Käytän jatkossa episodeista nimeä lukukäsite-episo-di. Kolmen musiikkituokion litteraateista pystyi selkeästi erottamaan ja valikoimaan tarkasteltavaksi yhteensä 84 lukukäsite-episodia, joiden kestot vaihtelivat useista minuuteista muutamien sekunteihin.

Sisällön erittelyn toisessa vaiheessa kävin kaikki kolmen opetustuokion lukukäsite-episo-dit yksitellen lävitse ja kriteerinä kunkin lukukäsite-episodin mukaan ottamiselle tarkasteltavaan aineistoon oli se, että episodin kykeni ilman tulkinnanvaraa katsovan erityisesti liittyvän musiikkioppiaineeseen ja sen sisältöihin. Kriteerit täyttäviä episodeja oli 64 ja 20 lukukäsite-episodeista tulkittiin sellaisiksi, jotka voisivat ainakin periaatteessa tapahtua minkä tahansa muunkin oppiaineen sisällöissä ja ne jätettiin tästä syystä analyysin ulkopuolelle. Analyysistä pois jätetyissä episodeissa oli kyse muun muassa oppilaiden ääneen laskemisesta oppitunnin alussa, sivunumeron etsimisestä oppikirjasta ja kolmesta alaspäin laskemisesta luokanhallintakeinona.

Tässä kohtaa on hyvä mainita, että edelläkin esitetystä lukukäsite-episodissa etsittiin myös oppikirjan sivunumeroa, mutta se sai jäädä mukaan analyysivaiheeseen, koska kyseisen lukukäsite-episodin aikana oli myös

havaittavissa luvun symbolinen esitystapa tahtilajimerkinnässä ja järjestys- eli ordinaalimerkinnät kappaleen säkeistöissä. Lisäksi oli otettava huomioon kappaleen nimi (Kolme palloa) ja sen yhteys kolmeen taivaankappaleeseen, joista jokaisella oli oma säkeistö. Lopulliseen analyysivaiheeseen jäi täten yhteensä 64 lukukäsitem-episodia kolmesta musiikkituokiosta.

Käytin musiikkituokiosta luokkien kirjaintunnusten sijaan numeromerkintöjä siten, että ensimmäisen luokan musiikkituokio merkittiin musiikkituokioksi 1.1 (Mt1.1) ja toisluokkalaisten musiikkituokiot merkittiin musiikkituokioksi 2.1 (Mt2.1) ja musiikkituokioksi 2.2 (Mt2.2). Lukukäsitem-episodit kirjattiin numeerisesti jokaiselta musiikkituokiolta episodien tapahtumajärjestyksen mukaisesti. Esimerkiksi ensimmäisen luokan musiikkituokion neljäs lukukäsitem-episodi merkittiin aineistossa koodilla (Mt1.1E4).

Sisällön erittelyn kolmannessa vaiheessa luokittelin lukukäsitem-episodit määrällisesti. Ensin laskin kaikki kerrat, jolloin lukukäsitem esiintyi luvun kardinaali- ja ordinaalimerkityksissä lukukäsitem-episodeissa ja tämän jälkeen koodasin lukukäsitem-episodit sen mukaan mihin lukukäsitemen osa-alueeseen ne liittyivät. Lukukäsitemen osa-alueet määriteltiin Aunion ja muiden (2005) lukutajun määritelmän mukaan. Aunion ja muiden (2005) lukukäsitemtestissä lukutajulla tarkoitetaan käytännössä lukukäsitemen hallintaa, joka taas operationalisoitiin koostumaan suhdetaidoista ja lukujonotaidoista, jotka molemmat koostuivat yhteensä kahdeksasta osataidosta. Luokka-asteille 1–3 on myös kehitetty normitettu BANUCA- testi lukukäsitemen ja laskutaitojen oppimisvaikeuksien seulontaan (Räsänen, 2005). Päädyin kuitenkin käyttämään lukukäsitemtestin osa-alueita aineistoni analyysissä, sillä tarkastelin opetustuokioita vain lukutajun kehittymisen tukemisen näkökulmasta rajaten laskutaitojen kehittymisen tutkimuksen ulkopuolelle. Aineistoa luokitellessa kävi hyvin pian selväksi, että musiikkituokioiden harjoitettiin muutamaa yksittäistä tapausta lukuun ottamatta ainoastaan suhdetaitoja. Niinpä päädyin luokittelemaan aineiston vain lukutajun suhdetaitojen osa-alueiden perustella.

Jotkin lukukäsité-episodeista olivat suhdetaitojen osa-alueiden kannalta yksiselitteisiä ja ne oli mahdollista koodata liittyväksi yhteen tiettyyn suhdetaitojen osataitoon. Toisten lukukäsité-episodien aikana taas saattoi olla useampi osataito edustettuna yhtäaikaisesti esimerkiksi vertailun ja järjestykseen asettamisen muodossa tai jopa sama osataito useassa eri muodossa. Osa lukukäsité-episodeista oli myös sellaisia, joita ei ollut tarkoituksenmukaista luokitella kuuluvaksi lukukäsitéen osataitojen harjoittamiseen. Vaikka esimerkiksi musiikin numeeriset merkintätavat kuten tahtilajimerkinnyt ja kappaleiden säkeistöjen laulujärjestyksen ilmoittavat ordinaaliluvut olivat musiikkituokioissa vähän väliä nähtävissä, niin opettajat eivät kiinnittäneet niihin lasten huomiota. Niinpä niitä ei luokiteltu osataitojen harjoituttamiseksi.

Neljännessä ja viimeisessä vaiheessa luokittelin lukukäsité-episodit toista tutkimuskysytän varten sen perusteella, mihin musiikin toimintaan tai opetusmateriaaliin lukukäsité-episodi liittyi. Nämä oppimisympäristöluokat muodostuivat aineistolähtöisesti litteraatin ja musiikkituokioissa käytettyjen opetusmateriaalien useamman tarkastelukerran tuloksena. Kolmen musiikkituokion kaikkien lukukäsité-episodien toiminta kyettiin luokittelemaan lopulta neljään luokkaan:

1. Musiikkikappaleen laskeminen käyntiin
2. Musisoinnin organisointi
3. Musiikkitietämyksen opettaminen
4. Luokanhallintakeino

Musisoinnin organisointi oli kattavin luokka ja se piti sisällään kappaleen rytmin ja melodian tarkastelua numeerisesti, jotta se osattaisiin soittaa ja soitin- tai laulukokoonpanon valmistamista kappaleen soittamiseen tai laulamiseen lukusanoja ja suhdetaitojen osa-alueita hyödyntäen. Musisoinnin organisointi piti sisällään käytännössä myös itse musisoinnin (laulaminen ja soittaminen),

jonka voidaan toki katsoa kehittävän lapsen ymmärrystä luvuista, mutta se jätettiin tässä tutkimuksessa tarkastelun ulkopuolelle, sillä sen aikaisia oppilaiden ajatusprosesseja ei ollut mahdollista tuoda näkyväksi. Opetusmateriaaleihin liittyvät lukukäsite-episodit kyettiin luokittelemaan kahteen luokkaan:

1. Musiikin merkintätavat
2. Musiikin sanoitukset

Tämän jälkeen ristiintaulukoin musiikkituokioiden oppimisympäristöluokat lukukäsite-episodeissa ilmenneiden lukutajun osa-alueiden kanssa. Musiikkikappaleen käyntiin laskeminen opettajan toimesta jätettiin ristiintaulukoinnista pois, sillä ei ollut perusteltua väittää, että opettajan laskeminen neljään ennen kappaleen alkua olisi harjoituttanut lukutajun osa-alueiden osaamista oppilailla. Toinen tutkija olisi ehkä saattanut linkittää kappaleen käyntiin laskemisen lukujonotaitoihin. Tilastollisten testien tekeminen ristiintaulukon muuttujille näin pienellä otoskoollla ei ollut myöskään tarkoituksenmukaista, vaan tulosten tulkitsemisen kriteerit muodostuivat laadullisista lähtökohdista käsin. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että yhteyttä kunkin oppimisympäristön ja lukutajun osa-alueen välillä tarkasteltiin tapauskohtaisesti ja tilannesidonnaisesti yksittäisestä lukukäsite-episodista käsin.

#### **4.4.2 Sisällönanalyysi**

Sisällönerittelyn tuloksena sisällön analyysin aineistoksi valikoitui siis 64 lukukäsite-episodia. Tuomen ja Sarajärven (2002) mukaan sisällönanalyysin avulla pyritään muodostamaan tutkittavasta ilmiöstä tiivistetty kuvaus, joka kytkee tulokset ilmiön laajempaan kontekstiin ja aihetta koskeviin muihin tutkimustuloksiin. Kun tutkittavana ilmiönä oli lukutajua kehittävät oppimisympäristöt kolmessa alkuopetuksen musiikkituokiossa, oli tärkeää tehdä

selvä rajaus siihen, mikä lasketaan kuuluvaksi oppimisympäristöihin. Koska tutkimus toteutettiin perusopetuksen kontekstissa, oli luontevaa määritellä oppimisympäristöt niin kuin ne on määritelty perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa.

Oppimisympäristöillä tarkoitetaan tiloja ja paikkoja sekä yhteisöjä ja toimintakäytäntöjä, joissa opiskelu ja oppiminen tapahtuvat. Oppimisympäristöön kuuluvat myös välineet, palvelut ja materiaalit, joita opiskelussa käytetään. Oppimisympäristöjen tulee tukea yksilön ja yhteisön kasvua, oppimista ja vuorovaikutusta. (POPS, 2014) Tässä tutkimuksessa huomio kiinnittyi erityisesti toimintakäytäntöihin, joihin voitiin lukea kaikki musiikkituokioissa tapahtunut toiminta opetuskeskusteluineen ja -menetelmineen. Välineet, palvelut ja materiaalit taas olivat tämän tutkimuksen aineistoissa muun muassa soittimet, laulunuoitit ja esimerkiksi youtube-palvelun, josta soitettiin kappaleita mukana laulaen. Tarkoituksenmukaista ei kuitenkaan ollut kiinnittää merkittävää huomiota itse opetustilaan, sillä alkuopetuksen musiikkituokiot pidettiin oppilaiden kotiluokissa ja niinpä voidaan olettaa, että samoja virikkeitä (esimerkiksi harjoituskellotaulu ja kartat) on luokassa esillä opetustuokion aiheesta riippumatta. Oli siis luontevaa ottaa aineiston tarkasteluun mukaan ne opetusmateriaalit, joita aktiivisesti käytettiin musiikkituokioiden aikana.

Tuomen ja Sarajärven (2002) mukaan sisällönanalyysiä voi tehdä aineistolähtöisesti, teoriaohjaavasti (teoriasidonnaisesti) tai teorialähtöisesti. *Aineistolähtöisesti* tutkimusta tehtäessä tutkimuksen pääpaino on aineistossa, mikä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi analyysiyksiköt eivät ole ennalta määrättyjä ja teoria rakennetaan aineisto lähtökohtana (Eskola & Suoranta 1998). Tapaustutkimuksissa ei kuitenkaan pyritä yleisemmän teorian muodostamiseen, joten tiukan aineistolähtöinen sisällönanalyysi ei soveltunut tämän tutkimuksen tarkoitukseen. Lisäksi olin jo ennalta määritellyt analyysiyksiköt. *Teorialähtöisestä* tutkimuksesta puhutaan silloin, kun tutkimusaineiston analyysi

perustuu jo olemassa olevaan teoriaan tai malliin. Vaikka käytinkin Aunion ja muiden (2005) lukutajun määritelmää aineiston koodauksessa, päädyin jättämään kokonaan lukujonotaitojen osa-alueet luokittelusta pois, eikä tässä tapauksessa voida muutenkaan puhua pelkästään teorialähtöisestä analyysistä, sillä koodasinhan musiikkituokioiden oppimisympäristöt aineistolähtöisesti. Yhteiskunta- ja kasvatustieteilijä Jari Eskolan (2001) mukaan teoria- ja aineistolähtöisen tutkimuksen välimaastossa voidaan ajatella olevan *teoriasidonnaisen* tutkimuksen, jossa aineiston analyysi ei suoraan perustu teoriaan, mutta kytkökset siihen voidaan havaita. Voidaankin täten todeta, että sisällönanalyysi toteutettiin tässä tutkimuksessa teoriasidonnaisesti.

## 5 Tulokset

Lukukäsite-episodit jakaantuivat kolmelle musiikkituokiolle seuraavasti:

*Taulukko 1: Lukukäsite-episodien jakaantuminen musiikkituokiolle*

	Lukukäsite-episodit	Lukukäsite-episodit musiikissa
Musiikkituokio 1.1	24	15
Musiikkituokio 2.1	48	38
Musiikkituokio 2.2	12	11

Nyt voidaan huomata, että ensimmäinen hypoteesi osoittautui näiden musiikkituokioiden tapauksessa paikkansapitäväksi. Lukukäsite tosiaankin esiintyi musiikkituokioissa ensisijaisesti yhteydessä musiikin sisältöihin tai musiikilliseen toimintaan (64 episodina). Ne lukukäsite-episodit, jotka olisivat voineet ainakin periaatteessa olla osana minkä tahansa sisältöalueen opetustuokiota (20 episodina), olivat selvästi harvinaisempia. Joskin voi olla, että toisista musiikkituokioista olisi saanut aivan toisenlaisia tuloksia, jotka olisivat kaataneet hypoteesini. Kolmen tässä tutkimuksessa tarkastellun musiikkituokion tapauksessa kuitenkin musiikin sisältöihin tai musiikilliseen toimintaan

kytkeytyneiden lukukäsitemateriaalien osuus lukukäsitemateriaaleista ylipäänsä oli merkittävä.

Lisäksi tässä kohtaa on syytä kiinnittää huomiota siihen, miksi musiikkituokiossa 2.1 oli merkittävästi enemmän lukukäsitemateriaaleja kuin kahdessa muussa musiikkituokiossa. Suuri ero lukukäsitemateriaalien määrässä toisen 2-luokan ja kahden muun musiikkituokion välillä selittyy useammalla eri tekijällä. Ensinkin täytyy huomioda, että musiikkituokioiden 1.1 ja 2.2 piti sama opettaja. Kahden opettajan opetustyyliin oli useita eroavaisuuksia. Kaksi musiikkituokiota pitänyt opettaja suosi molemmissa tuokioissaan pidempikestoisia harjoitteita, kuten kokonaisen useampisäkeistöisen kappaleen laulaminen tai soittaminen, kun taas musiikkituokio 2.1 koostui useista hyvin lyhyistä harjoitteista, joita soitettiin ja laulettiin useampia kertoja. Tämän lisäksi musiikkituokion 2.1 pitänyt opettaja ohjasi yksittäisten oppilaiden musisoimista lukusanoja ja suhdetaitojen osaitaitoja hyödyntäen lähes kaikkien harjoitteiden ja niiden suorituskertojen välissä, kuten tässä:

*”Eli sä lähdet tällä kertaa soittaa näillä laatoilla. Täällä on kohta kellopelikin valmiina. Ja sä lyöt samaa laattaa kuin monta kertaa? Mites me menttiin?” Eräs oppilas sanoo: ”Neljä kertaa” Opettaja soittaa yhtä laattaa ja samaan aikaan lausuu: ”Taa, taa, taa, taa, ti-ti, ti-ti, ti-ti, ti-ti. Tätä mentii viime kerralla. Nyt me soitetaan tätä laulua” Osoittaa taululle ”Kuin monta kertaa tulee aina samaa. Vastaa sormilla.” Suurin osa oppilaista nostaa kaksi sormea pystyyn. Eräällä oppilaalla on koko käsi pystyssä ”Hyvä siel on oikein. Viis, oppilaan nimi, ei oo oikein”” (Mt.2.1E15)*

Tämän lukukäsitemateriaalien aikana ilmaistiin soitettavien sävelten määrä kardinaaliluvuin ja lisäksi opettaja ohjasi oppilaita vertaamaan käsillä olevaa kappaletta oppilaiden aiemmin soittamaan kappaleeseen ja tarkastelemaan eroa siinä, montako kertaa samaa säveltä soitettiin kappaleessa. Musiikkituokion 2.1 lukukäsitemateriaalien määrää kohotti myös se, että opettaja käytti opetustuokionsa aikana kaikutaputusta luokanhallintakeinona kahdeksan kertaa ja jokainen näistä laskettiin omaksi lukukäsitemateriaaliksi. Kaikutaputuksessa on siis kyse siitä, että opettaja taputtaa jonkin rytmin, johon



oppilaat vastaavat taputtamalla saman rytmin. Opettaja käytti joka kerta samaa rytmiä, joka olisi tititoiden esitettyä ”taa, taa, ti-ti, taa” ja nuottien aika-arvoin esitettyä seuraavasti:



*Kuva 5: Taputusrytmi luokanhallintakeinona*

Voidaan ajatella, että oppilaat joutuivat hetkessä arvioimaan kuulemansa ja näkemänsä perusteella taputusten määrän (5 taputusta), sekä kunkin taputuksen keston ja vertailemaan niitä toisiinsa huomatakseen, että ensin oli kaksi pidempikestoista iskua (2 perättäistä neljäsosanuottia), sitten kaksi nopeaa iskua (2 kahdeksasosanuottia) ja lopussa vielä yksi isku (1 neljäsosanuottia). Edellä esitetty ajatusprosessi voidaan kuitenkin kyseenalaistaa. Oppilaat eivät välttämättä tietoisesti laskeneet taputuksia, vaan saattoivat myös subitoida taputusten määrän ja toistaa sen perusteella taputukset. Tämän puolesta puhuu se, että oppilasryhmä toisti taputuksen välittömästi ”seuraavassa tahdissa”. Kaikutaputus saattoi myös hyvinkin olla vakiintunut tapa palauttaa oppilaiden huomio opettajan puheeseen, jolloin oppilaat toistivat sen lähestulkoon automaattisesti ilman merkittäviä lukumääriin liittyviä ajatusprosesseja. Olisikin ollut mielenkiintoista nähdä miten oppilaat olisivat reagoineet, jos opettaja olisikin yhtäkkiä taputtanut jonkin toisen rytmin.

## 5.1 Lukukäsitteen esiintyminen musiikkituokioissa

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli:

1. Missä luvun esitysmuodoissa (kardinaali ja ordinaali) ja lukutajun osa-alueissa lukukäsite ilmenee musiikkituokiossa?

Luvun molemmat esitysmuodot ilmenivät useampaan kertaan kaikissa kolmessa musiikkituokiossa. Lukukäsite esiintyi kardinaalimerkityksessä (lukumäärä) selkeästi useammin kuin ordinaalimerkityksessä (järjestysluvut), kuten on esitettyä seuraavassa taulukossa.

*Taulukko 2: Luvun esitysmuotojen jakautuminen musiikkituokioittain*

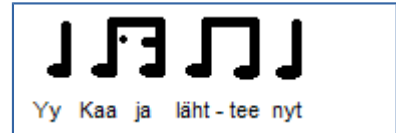
	Musiikkituokio 1.1	Musiikkituokio 2.1	Musiikkituokio 2.2
Kardinaaliluku	13	32	9
Ordinaaliluku	4	8	5

### 5.1.1 Lukukäsite kardinaalimerkityksessä musiikkituokioissa

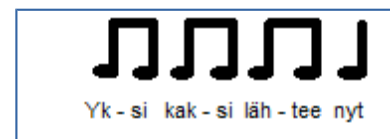
Kardinaalimerkityksessä lukukäsite ilmeni hyvin monipuolisesti kolmessa musiikkituokiossa. Musiikkituokioissa kardinaalimerkityksessä lukuja käytettiin laskiessa sävelten lukumääriä sekä tietyn soittimen lukumäärää tilassa, yksittäisten soitinten ominaisuuksia tarkastellessa (esimerkiksi laatta-soitinten laattojen määrä), tiettyyn soitinryhmään soittamaan menevien oppilaiden määrään viitatessa sekä laskiessa kappaletta käyntiin. Myös musiikin merkintätavoissa lukukäsite esiintyi kardinaalisesti tahtilajimerkinnässä. Jää kuitenkin tulkinnanvaraiseksi, kuinka selkeää oppilaille oli, että 4/4-tahtilajimerkintä tarkoittaa sitä, että yhteen tahtiin mahtuu täsmälleen 4 kappaletta neljäsosanuotteja, sillä kumpikaan opettajista ei kiinnittänyt tahtilajimerkintöihin oppilaiden huomiota. Videotamateriaalista kuitenkin

pystyttiin havaitsemaan, että opettajien laskiessa nelijakoisia kappaleita käyntiin, suurin osa lapsista osasi lähteä kappaleeseen mukaan (tai ainakin avasi suunsa) heti sisäänlaskun neljännen iskun jälkeen. Kuitenkin on syytä ottaa tarkasteluun tapoja, joilla opettajat laskivat kappaleita käyntiin:

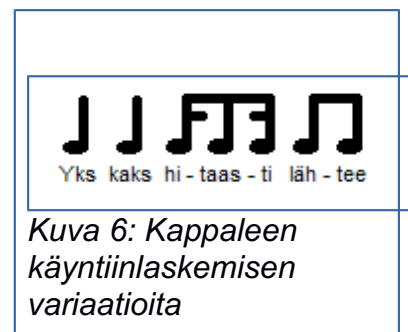
”Yy - kaa ja - lähtee - nyt.” (Mt1.1E1)



”yksi – kaksi - lähtee - nyt.” (Mt1.1E9)



”Yks- kaks - hitaasti - lähtee” (Mt2.1E35)



Kuten huomataan sisäänlaskun rytmityksessä oli vaihtelua. Kaikissa tapauksissa opettajat kuitenkin painottivat sanoja tai niiden ensimmäistä tavua niiden osuessa tahdin iskujen kohdalle, jolloin pystyi kuulonvaraisesti hahmottamaan suurpiirteisesti kappaleen temmon, mutta kolme ja neljä tai ”koo” ja ”nee” oli sisäänlaskussa kaikissa musiikkituokioissa vain implisiittisesti mukana. Näissä tilanteissa jäi siis tulkinnanvaraiseksi se, että arvioivatko lapset niissä tilanteissa mielessään neljä yhtä pitkää iskua ennen kuin alkoivat laulamaan vai reagoivatko he vain hyvin nopeasti vasta opettajan avattua suunsa osallistuen lauluun. Kolmannesta esimerkistä huomataan, että toisen 2-luokan musiikkituokion opettaja käytti vielä erikseen sanaa ”hitaasti” painottamaan hitaampaa tempoa harjoitteessa. Samaa harjoitetta oli kokeiltu jo kertaalleen, mutta suurin osa oppilaista ei pysynyt ensimmäisellä kerralla

soitossaan opettajan perässä, joten opettaja laski tempoa. Tilanteessa olisi mahdollisesti siis joku toinen tutkija voinut tulkita myös implisiittisesti tapahtuvan tempojen vertailua.

### 5.1.2 Lukukäsite ordinaalimerkityksessä musiikkituokioissa

Ordinaalimerkityksessä lukukäsite esiintyi musiikkituokioiden lukukäsite-episodien aikana huomattavasti harvemmin kuin kardinaalimerkityksessä. Ordinaalimerkityksessä lukukäsitettä käytettiin, kun vertailtiin harjoitteiden suorituskertoja toisiinsa tai kun tarkasteltiin kappaleen melodiakulussa olevia säveliä sekä laulun tai kappaleen osia suhteessa toisiinsa, kuten seuraavassa tilanteessa:

*”Eka rivi, missä? Mikä on ensimmäisen sävelen nimi? Me opeteltiin viime kerralla nuotit, mikä on ensimmäisen sävelen nimi? Opettaja laittaa nyt kappaleen näkymään dokumenttikameralla, kappaleessa näkyy 2/4 tahtilaji ja kahdeksasosanuotteina c-duuriasteikon sävelinä järjestyksessä nouseva melodia. ”Eli, täällä puhuttiin nyt kokoajan tästä ekarivistä, mä vähän vielä isonnan. Ops!” Suurentaa dokumenttikameran kuvan ensin liian suureksi ja sitten hieman pientää sitä ”Eli, tästä rivistä puhutaan.” Osoittaa sormella kappaleen ensimmäistä riviä. (Mt2.1E13)*

Lisäksi vielä lukukäsite esiintyi ordinaalimerkityksessä laulujen ja kappaleiden nuoteissa. Ensimmäistä säkeistöä seuraavat säkeistöt oli merkittynä formaaleilla ordinaalilukumerkinnöillä siten, että esimerkiksi toisen säkeistön alussa oli merkintä 2. ja kolmannen säkeistön alussa oli merkintä 3. vastaavasti. Jälleen jäi tulkittavaksi olivatko nämä merkintätavat lapsille ennestään tuttuja, kun niiden huomioimiseen ei musiikkituokioissa käytetty aikaa.

### 5.1.3 Suhdetaidot musiikkituokioissa

Kuten edellä on jo mainittu, lukutajun kahdesta taitokokonaisuudesta oli musiikkituokioissa edustettuna ainoastaan suhdetaidot. Suhdetaitoja katsottiin harjoitellun kolmen musiikkituokion 64 episodin aikana yhteensä 67 kertaa ja niiden harjoittaminen jakautui kolmelle musiikkituokiolle seuraavan taulukon mukaisesti.

*Taulukko 3: Suhdetaitojen jakautuminen musiikkituokioittain*

	Musiikkituokio 1.1	Musiikkituokio 2.1	Musiikkituokio 2.2	Tuokioiden suhdetaidot
Suhdetaidot	10 (100%)	39 (100%)	18 (100%)	67 (100%)
Luokittelu	5 (50%)	4 (10%)	2 (12%)	11 (16%)
Vertailu	3 (30%)	30 (77%)	14 (86%)	47 (70%)
Järjestykseen asettaminen	0 (0%)	2 (5%)	2 (12%)	4 (6%)
Yksi yhteen-vastaavuus	2 (20%)	3 (8%)	0 (0%)	5 (7%)

Kolmen musiikkituokion yhteistarkastelussa näytti suhdetaidoista olleen selvästi eniten edustettuna vertailun taidot ja toiseksi eniten luokittelun taidot. Järjestykseen asettaminen ja yksi yhteen-vastaavuus olivat harvaan edustettuna musiikkituokioissa. Lisäksi huomataan, että musiikkituokiossa 1.1 ei kertaakaan harjoitettu järjestykseen asettamista ja musiikkituokiossa 2.2 ei harjoitettu kertaakaan yksi yhteen-vastaavuutta. Musiikkituokion 2.1 verrattain korkea vertailun osuus johtuu kaikutaputusten käytöstä luokanhallintakeinona (8 lukukäsitem-episodia) ja siitä, että opettaja käytti vertailua paljon musisoinnin organisoinnissa (13 lukukäsitem-episodia).

## 5.2 Lukutajun kehittymistä tukevat oppimisympäristöt

Toinen tutkimuskysymys oli:

2. Mitä lukutajun kehittymistä tukevia oppimisympäristöjä voi alkuopetuksen musiikkituokioissa olla?

64 Lukukäsité-episodia jakautui oppimisympäristöjen (toiminta ja materiaalit) perusteella kolmelle musiikkituokiolle seuraavan taulukon mukaisesti.

*Taulukko 4: Lukukäsité-episodit oppimisympäristöissä musiikkituokioittain*

	Musiikkituokio 1.1	Musiikkituokio 2.1	Musiikkituokio 2.2	Yhteensä tuokioissa
Lukukäsité- episodit yhteensä	15 (100%)	38 (100%)	11 (100%)	64 (100%)
Kappaleen laskeminen käyntiin	4 (27%)	5 (13%)	0 (0%)	9 (14%)
Musisoinnin organisointi	4 (27%)	20 (53%)	7 (64%)	31 (48%)
Musiikki- tietämyksen opettaminen	3 (20%)	2 (5%)	2 (18%)	7 (11%)
Luokanhallinta- keino	0 (0%)	8 (21%)	0 (0%)	8 (13%)
Musiikin merkintätavat	4 (27%)	2 (5%)	1 (9%)	7 (11%)
Musiikin sanoitukset	0 (0%)	1 (3%)	1 (9%)	2 (3%)

Kolmella musiikkituokiolla musisoinnin organisointi näytti tarjoavan selvästi eniten mahdollisuuksia lukutajun myönteiseen kehittämiseen. Kuten jo edellä

mainittiin, musiikkituokiossa 2.1 opettaja käytti 13:ssa lukukäsite-episodissa vertailua musisoinnin organisoinnissa, joka selittää korkean lukeman taulukossa. Musiikkituokion 2.1 opettaja muun muassa sanallisti vertailua laulun äänenvoimakkuuden suhteen.

”Kolme, kaksi, yksi. Onko lauluhiljaisuus? Äskeiset laulajat laulo vähän vaimeella äänellä, toivottavasti te saatte laulettua vähän kovempaa. Viimeinen kerta tätä laulua, sit vaihdetaan .” (Mt2. 1E25)

Kaikkien kolmen opetustuokion lukukäsite-episodien ja oppimisympäristöjen ristiintaulukoinnin perusteella pystyi arvioimaan, minkä toiminnan tai minkä opetusmateriaalin avulla mitäkin suhdetaidoista musiikkituokioissa pääsääntöisesti harjoitettiin. Suhdetaitoja katsottiin harjoitellun kolmen musiikkituokion 64 episodin aikana yhteensä 67 kertaa ja ne linkittyivät viiteen jäljelle jääneeseen oppimisympäristöluokkaan seuraavan taulukon mukaisesti.

*Taulukko 5: Suhdetaitojen osa-alueet oppimisympäristöittäin*

	Musisoinnin organisointi	Musiikki-tietämyksen opettaminen	Luokan-hallinta-keino	Musiikin merkintä-tavat	Musiikin sanoitukset
Vertailu	30 (45%)	5 (7%)	8 (12%)	2 (3%)	2 (3%)
Luokittelu	2 (3%)	7 (10%)	0 (0%)	1 (1%)	1 (1%)
Järjestykseen asettaminen	2 (3%)	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)
Yksi yhteen-vastaavuus	5 (7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Tässä kohtaa voidaan havaita, että musisoinnin organisointi linkittyi kaikkiin suhdetaitojen osa-taitoihin, mutta korostuneesti vertailuun. Myös musiikkitietämyksen opettamisen yhteydessä harjoitettiin kaikkia suhdetaitojen

osataitoja paitsi yksi yhteen- vastaavuutta. Ylipäänsä yksi yhteen- vastaavuus ja sen lisäksi järjestykseen asettaminen oli heikoiten edustettuna oppimisympäristöissä. Taputusrytmi luokanhallintakeinona tarjosi vain ohimeneviä vertailuhetkiä ja musiikin merkintapojen yhteydessä ainoastaan vertailtiin kahteen kertaan ja luokiteltiin kerran. On tarkoituksenmukaista tarkastella laadullisesti miten käytännössä oppimisympäristöt ja suhdetaitojen osa-alueet linkittyivät toisiinsa.

### 5.2.1 Vertailua musiikin oppimisympäristöissä

Vertailun elementtejä voitiin havaita kaikissa oppimisympäristöluokissa. Luokanhallintakeinon osuutta vertailussa ei ole tässä kohtaa tarkoituksenmukaista käydä läpi uudelleen, kun tapaukset käsiteltiin jo tulososiossa aiemmin. Musiikin organisoimisen yhteydessä oppilaat joutuivat harjoittamaan vertailua moninaisissa tilanteissa. Tyypillistä oli, että opettaja esitti ensin jonkin soitto- tai laulusuorituksen, jonka oppilaat toistivat perässä.

*"Hyvä se oli siis... älä tee nyt vielä, kuuntele vain, se oli kaksi taputusta, taputus taputus, neljä kosketusta pöytään, yksi, kaksi, kolme neljä, kuppi ylös, kuppi alas ja taputus. Katotaas. Nyt tarkkana" Oppilaat soittavat mukeilla opettajan kanssa videon mukana Cup song-rutiinin ensin hitaasti, jonka jälkeen videossa Cup songia opettava tekee toisella kertaa rutiinin nopeammin. "Noniin nyt se meni vielä nopeammin." "Nyt otetaan sanat pois ja tosi nopeesti tekee" Rutiini tehdään videolla entistä nopeammin. "Oliko liian nopeeta?" Oppilaat vastaavat sekä:"joooo" että : "eee" "Nyt se menee jo tosi nopeesti, katotaan kuin moni pysyy mukana." (Mt2.2E9)*

Cup song-rutiini koostuu erilaisista taputuksista, pöydän kosketuksista ja käytössä olevan kupin liikuttelusta. Tässä huomataan, että oppilaiden täytyi Cup song-rutiinin oppiakseen vertailla omaa suoritustaan joko opettajan tai videolla tekävän henkilön omaan. Oppilaan täytyy tarkkaan verrata taputusten, pöydän kosketusten ja kupin liikutteluiden määrää ja kestoja, jotta osaa tehdä ne oikein. Lisäksi edellä esitetyssä opetushetkessä toinen vertailtava elementti oli Cup song-rutiinin tempo, joka nopeutui, joka suorituskerralla. Toinen samassa



musiikkituokiossa tehty harjoitus oli käytännössä vertailutehtävä. Siinä opettaja näytti älytaululta 10 erilaista (joista puolet 4/4 tahtilajissa ja puolet 3/4 tahtilajissa) neljän tahdin mittaista rytmiriviä, joista valittu oppilas valitsi jonkin ja taputti sen muulle luokalle. Tässä kohtaa muut oppilaat seurasivat taululta tarkasti, mitä esillä olevista riveistä valittu oppilas alkoi taputtamaan ja oikein vastatessaan seuraava oppilas pääsi valitsemaan oman rivin taputettavakseen ja muiden ”arvattavaksi”. Tässä samassa tapauksessa voidaan vertailun katsoa liittyneen myös musiikin merkintätapoihin, koska oppilaat vertasivat älytaululla näkyviä rytmimerkintöjä suorittavan oppilaan taputuksiin.

Yhdessä tapauksessa, kun opettaja oli opettanut ensimmäisen säkeen laulettavasta ja soitettavasta kappaleesta ja kirjoittanut sen oppilaiden vihkoihin, vertailua tehtiin kappaleen melodiakululle.

”Muita me ei laiteta näkyville, mut sit se lähtee siit samasta alaspäin ihan samanlailla, kokeillaas. Katso omasta vihosta nyt. Pöytärumpu pois päältä.”  
(Mt2.1E17)

Tässä tilanteessa opettaja viittasi sanomalla ”Ihan samanlailla” siihen, että melodia kulki kappaleen ensimmäisessä säkeessä c-duuriasteikkoa pitkin ylös, niin että jokainen sävel soitettiin kaksi kertaa paitsi viimeinen c. Ja nyt toisessa säkeessä melodia tuli vastaavanlaisesti c-duuriasteikkoa alas. Kappaleen nimi oli ylöspäin ja alaspäin laulu, ja sen sanoitukset myös kiinnittivät melodiakulun vertailemiseen:

*”Nousen minä ylöspäin ja kohta lasken alas näin:  
Lasken alas mäkeä mä hurjaa alaspäin  
kehoni mä hallitsen, en lennä puuta päin”* (Mt2.1E18)

Ensimmäisessä säkeessä, kun on puhe nousemista, noustaan c-duuriasteikkoa pitkin ja toisessa säkeessä, kun on puhe mäenlaskusta, laskeudutaan c-duuriasteikkoa pitkin. Myös toisessa toisen luokan musiikkituokiossa sisälsivät

laulun sanoitukset vertailua. Musiikkituokiossa laulettiin Kielinuppu-yhtyeen Vertailulaulua youtuben soittaessa kappaletta taustalla.

*"Mikä on aika pieni? Vauva on aika pieni.  
Mikä on vieläkin pienempi? Hiiri on vieläkin pienempi.  
Mikä on kaikkein pienin? Mikä on kaikkein pienin?  
∴ Pienin, pienin, mikä on kaikkein pienin?  
Kirppu on kaikkein pienin  
∴ Pieni, pienempi, pienin. Pieni, pienempi, pienin ."* (Mt2.2E1)

Kappaleen loput säkeistöt noudattavat samaa logiikkaa. Jokaisessa säkeistössä on uudet kolme asiaa, joita vertaillaan niiden ominaisuuksien (suuri, hidas, nopea) perusteella. Vaikka kappaleen ensisijainen pedagoginen tavoite näyttäisi olevan äidinkielen vertailumuotojen opettaminen, on siitä helppo todeta, että siinä vertaillaan ja asetetaan olioita järjestykseen. Kun huomioi vielä loput säkeistöt voi todeta, että kappaleessa myös luokitellaan asioita. Ensimmäisessä säkeistössä lauletaan pienistä asioista ja esimerkiksi toisessa säkeistössä suurista (norsu, talo, vuori).

Musiikkitietämyksen opettamisen yhteydessä vertailtiin pääasiallisesti kappaleen rakenteellisia osia toisiinsa (kertosäe, välisoitto ilman laulua) sekä soittimia toisiinsa.

*""Tässä malletissa on kaks päätä" Testaa kolmella iskulla metallofoniin molempia päitä, toisesta kuuluu kovempi ääni. "Valitse kummalla soitat. Jos et oo ihan varma kummalla, ota tää kumpipää. Siit ei tuu ihan." (Mt2.1E13)*

Voidaan olettaa, että mallet sinänsä oli oppilaille tuttu ennestään, mutta tällä kertaa erityisen malletista teki se, että siinä oli kaksi päätä. Oppilaita ohjattiin vertailemaan kahta erilaista ääntä, jotka malletin eri päillä lyömällä syntyi metallofonista. Implisiittisesti voidaan ajatella tässä tapahtuneen myös mallettien luokittelua kahteen luokkaan: yksipäiset malletit ja kaksipäiset malletit, mutta sitä ei voida varmuudella todeta. Todettakoon siis, että ainakin *mahdollisuus* luokitteluun oli tarjolla.

## 5.2.2 Luokittelua musiikin oppimisympäristöissä

Luokittelua tapahtui pääasiallisesti samojen harjoitteiden yhteydessä, joissa vertailtiin. Musiikin merkintätavoissa luokittelu oli esillä siinä kohtaa, kun opettaja esitteli opetustuokiossa 2.2 taputusrytmiharjoituksen ja kävi ilmi, että musiikkikappaleita voidaan luokitella niiden tahtilajin mukaan. Kappaleen osia luokittelemalla myös otettiin kappaleen rakennetta haltuun eräässä tuokiossa.

”Seuraava rivi onkin pelkästään rytmirivi. Se menee näin, yksi kaksi, lähtee nyt, taa, taa, ti-ti, taa, ti-ti, ti-ti taa, taa” (Mt1.1E10)

Tässä tilanteessa käsittelyssä olleessa kappaleessa oli aina neljän laulurivin jälkeen yksi rytmirivi. Musiikkituokioiden 1.1 ja 2.1 aikana myös luokiteltiin soittimia musiikkitietämyksen muodossa.

”Kun joku löytää sen perusrytmin siitä kappaleesta, niin pystyy jo soittamaan sen perusrytmin kanssa, vaikka tamburiinia.” *laulaa kappaletta Mamma marakassi kävellen luokkaa ympäri ja soittaa vuoronperään tamburiinia, marakassia, guiroa ja viimeisenä rytmimunaa.* ”Mikäs se tämä sitten on?” *Osoittaa viittaavaa oppilasta ja oppilas vastaa:* ”Rytminuna” *Opettaja jatkaa:* ”Rytminuna tai joskus sanotaan myös munamarakassi. Nämä rytmisoittimet on juuri sellaisia, joilla voi säestää juuri tolla tavalla, voi säestää sitä perusrytmiä tai sitte pikkasen vaikeempaakin.” (Mt1.1E6)

Vaikka opettaja ei tässä tapauksessa erityisesti mainitse muita soitinluokkia kuin rytmisoittimet, annetaan ymmärtää että on olemassa rytmisoitinten luokka ja siihen kuuluvilla soittimilla, kuten tamburiinilla, marakassilla, guiroilla ja rytmimunalla voidaan säestää perusrytmiä tai hieman vaikeampaa. Tässä olisi ollut *mahdollisuus* myös esitellä esimerkiksi melodia- tai säestyssoitinten luokat erotukseksi rytmisoittimista. Soittimia luokiteltiin niiden funktion (melodia, rytmi) lisäksi myös niiden tiettyjen ulkoisten ominaisuuksien mukaan.

”Tässäkin on. Tässäkin on laatat. Mut laatat on sillai et niitä ei saa irti. Ja nyt muistat kun soitat noita kellopelejä tai tota ksylofonia ni ei saa lyödä niin kovaa, että se laatta pomppaa sieltä pois. Muuten voi olla, että joudut jäähyllle omalle paikalle. Eli sä et silloin saa soittaa sitä. Ja täällä on niiden laattojen, nuottien nimet, eli ihan valkosilla mennään.” (Mt2.1E12)

Tässä tilanteessa opettaja esitteli oppilaille uuden laattasoittimen, metallofonin ja ohjasi oppilaat vertaamaan ja huomaamaan, että myös siinä on laatat. Metallofonikin kuuluu siis laattasoittinten luokkaan, johon kellopeli ja ksylofoni tiedettiin kuuluvaksi.

### **5.2.3 Järjestykseen asettamista musiikin oppimisympäristöissä**

Järjestykseen asettamista harjoitettiin vain kahden musiikkituokion (2.1 ja 2.2) aikana. Toisessa musiikkituokion 2.2 tapauksista oli kysessä Kielinuppuyhtyeen Vertailulaulun sanoitukset ja toisessa tapauksessa oppilaat asettelivat nuottiviivastolle muun muassa Herra C, Rouva D, neiti E ja Kissa Felix nimiään vastaavien sävelien paikoille oikeaan järjestykseen. Musiikkituokion 2.2 molemmat tilanteet liittyivät Boomwhackers-putkilla soittamiseen.

”Laita ne järjestykseen ne putket, muuten on ihan mahdoton ehtiä.”  
(Mt2.1E24)

Nyt huomataan, että opettaja antoi aivan suoran ohjeen järjestykseen asettamisesta. Boomwhackers putket ovat yksinkertaisia eripituisia ja -värisiä muovisia putkia. Niitä soitetaan kuin lyömäsoittimia, mutta ne tuottavat erotettavan sävelkorkeuden johtuen putkenmuotoisen kappaleen akustisista ominaisuuksista. Oppilasta kehoitettiin siis laittamaan viisi käytössä ollutta putkea valmiiksi pituusjärjestykseen, jotta pysyi perässä c-duuriasteikossa sävel kerrallaan etenevässä melodiassa. Tilanteessa oppilas joutui luonnollisesti myös vertailemaan putkien pituuksia toisiinsa ennen kuin sai laitettua ne järjestykseen. Putkien eroavaisuudet väreissä ja pituuksissa luovat mahdollisuuden niiden vertailulle, luokittelulle ja järjestykseen asettamiselle.

#### 5.2.4 Yksi yhteen- vastaavuus musiikin oppimisympäristöissä

Yksi yhteen- vastaavuutta harjoitettiin musiikkituokioissa jokaisessa viidessä tapauksessa musisoinnin organisoimisen ja erityisesti soitinryhmien muodostamisen yhteydessä. Yhdessä tilanteessa musiikkituokiossa 2.1 olisi ollut mahdollisuus sanallistaa yksi yhteen vastaavuutta opettajan taululle piirtämien omien merkintöjen ansiosta. Kyseisessä tilanteessa opettaja piirsi taululle rivin suorakulmioita, jotka pienenevät oikealle mentäessä vastaavasti kuin laattasoittimissa. Kaikissa selvissä tapauksissa oli kuitenkin kyseä soitinryhmien muodostamisesta.

*”Vaihdetaan täällä takaa. Hei kokeillaas kellopeliläiset, nouskaa seisomaan, vaihdatte tästä kolmen kanssa” osoittaen kolmea etummaista lauluryhmässä olevaa, sanoo nimeltä kunkin kellopelejä juuri soittaneen ja sanoo näille yhteisesti ”Mene vaihtoon.” (Mt2.1E33)*

Tässä tilanteessa huomataan, että kellopelejä oli luokassa kolme kappaletta ja niitä riittää täten kolmelle soittajalle aina kerrallaan. Siispä kolme juuri kellopelejä soittaneen siirtyessä vaihtovuoroon vapautuu paikat kolmelle uudelle kellopeleinsoitajalle. Toisessa samalla musiikkituokiolla ollessa tapauksessa oppilaat melkein saivat mahdollisuuden lukujonotaitojen harjoittamiseen, mutta opettaja vastasi harmillisesti omaan kysymykseensä itse.

*”Yks kaks kolme kellopelejä ja yhdet putket ja kolme isompaa laattaa. Eli kuinka monelle?” Kaksi oppilasta nostaa käden ylös, mutta opettaja päättää vastata itse omaan kysymykseensä. ”Seitsemälle on soitin. Nyt te. Täältä tulee kolme porukkaa. Teitä on kaksykyks.” (Mt2.1E20)*

Tilanteessa oli potentiaalia oppilaalle edetä lukujonossa hyppäyksittäin ja vielä soveltaakin lukukäsitettä, mutta ymmärrettävästikin opettaja kiiuhti, jotta oppilaat pääsisivät itse soittamaan mahdollisimman paljon musiikkituokion aikana. Kun lasketaan seitsemän soitinta, niin tiedetään että seitsemän lasta kerrallaan pääsee soittamaan. Ja 21:n oppilaan ryhmässä tämä tarkoittaa

vaihtoja kolmessa vuorossa. Myös musiikkituokiossa 1.1 päästiin oppilasryhmän jakamisesta yksi yhteen- vastaavuuteen.

”Nyt tehdäänkin niin, että puolet teistä ovat kysyjä ja puolet vastaajia. Ja nyt tehdään niin ja koska nyt teitä on neljätoista, kaksi tuli vähän myöhässä, tuliko vähän lisääkin, lasketaas 1,2,3,...14. Kun neljätoista laitetaan puoliksi niin miten monta tulee? Tietääks oppilaan nimi?”*Oppilas vastaa: ”Molempiin seitsemän” (Mt1.1E3)*

Olioiden jakaminen edellyttää yksi yhteen- suhdetta. Tässä myös opettaja demonstroi oppilaille strukturoitua laskemista, ja oppilas sovelsi lukukäsitettä suorittamalla jakolaskun. Aivan musiikkituokion alussa opettaja oli laskenut paikalle tulleet lapset ja todennut, kun heitä oli 12, että ”Kahdestatoista saisi jokaiselle parin.” Vielä tuossa vaiheessa lausahdus oli irrallinen eikä liittynyt mitenkään musiikkiin. Vasta edellä esitetyssä lukukäsite-episodissa kävi ilmi lausahduksen funktio, kun jo muutamaan kertaan laulettua laulua alettiin laulaa kaikulauluna. Yksi kysyjä tarvitsee aina yhden vastaajan, joten 14 oppilaan ryhmä jaettiin kahteen 7 oppilaan ryhmään. Kuitenkaan ei ollut tässä perusteltua väittää, että oppilaiden jakaminen pareihin olisi sellaista toimintaa, jota ei tapahdu muissa oppiaineissa kuin musiikissa.

## 6 Pohdinta

### 6.1 Tulosten pohdintaa

Lukukäsitteen esiintyminen kaikissa kolmessa musiikkituokiossa useammin kardinaali- kuin ordinaalimuotoisena ei sinänsä ollut yllättävää, onhan arjessa olioiden arvioiminen määrässä huomattavasti yleisempää kuin järjestyksessä (esim. Vuorio, 2010). Mielenkiintoista kuitenkin oli, että lukukäsite esiintyi kaikissa kolmessa musiikkituokiossa sen molemmissa esitysmuodoissa useampaan kertaan. Tämä onkin linjassa sen kanssa, mitä on todettu lukujen käyttökelpoisuudesta musiikin rakenteellisessa tarkastelussa (mm. Fauvel ja muut, 2006; Apiola, 2015).

Suhdetaidoista luokittelun ja erityisesti vertailun osataidon korostuminen musiikkituokioissa oli ainakin periaatteessa ennustettavissa. Vertailua ja luokittelemista voidaan tehdä niin monien olioiden suhteen ja vain kahtakin oliota voidaan vertailla ja luokitella ominaisuuksien perusteella. Kun taas järjestykseen asettamisessa tarvitaan vähintään kolme oliota, että niitä on järkeä laittaa järjestykseen. Vertailun korostuminen erityisesti oli sinänsä loogista, kun ajattelee, että luokitellakseen tai asettaakseen järjestykseen joitakin olioita tarvitsee niitä ensin vertailla keskenään.

Se, että kaikissa kolmessa musiikkituokiossa harjoitettiin ainoastaan suhdetaitoja ja että lukujonotaitojen harjoittamiseen ilmeni vain kaksi tilaisuutta, joista toista ei käytetty, oli tutkijalle yllätys. Tämä saattoi johtua siitä, että lukujonotaidot ovat niin vahvasti kytköksissä jo olioiden laskemiseen ja opettajat eivät ehkä koe, että musiikkituokion aikana, jolloin olisi tarkoitus käyttää aikaa yhteismusisointiin, ei ole tarkoituksenmukaista odottaa koko muuta luokkaa, kun yksi oppilaista laskee yksi kerrallaan vaikkapa luokassa olevien kellopelien määrän. Pidetään myös mahdollisuutta, että musiikin oppimisympäristöissä ei

vain luonnollisesti ilmene mahdollisuuksia lukujonotaitojen harjoittamiseen ilman erikseen suunniteltua opetusinterventiota.

Kun tarkastellaan Aunion ja muiden (2005) ikävaiheryhmiittelyä, jonka mukaan noin 5-vuotias lapsi alkaa hallita lukujonotaidoista tuloksen laskemisen ja etenemään kohti lukukäsitteen soveltamista, voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa tarkasteltujen musiikin oppimisympäristöjen avulla voidaan tukea vain niitä oppilaita lukutajun myönteisessä kehityksessä, jotka ovat kehitysvaiheissa useita vuosia ikätovereitaan jäljessä. Voidaan kuitenkin todeta, että kun lukutajultaan heikon oppilaan tapauksessa on jo otettu käyttöön kaikki mahdolliset tukitoimet, niin niiden lisäksi oppilaan huomio voidaan hienovaraisesti kiinnittää musiikkituokiossa luonnollisesti esiintyviin lukukäsitteen konkreettisiin esityksiin mikäli sen nähdään olevan tarkoituksenmukaista. Toisaalta taas esimerkiksi Holmesin (2017) tutkimuksessa tutkijan omaksi yllätykseksi 4-6 vuotiaiden lasten lukujonotaidot paranivat kontrolliryhmään nähden lastenlaulujen ja laululeikkien avulla. Ehkä musiikin myönteinen vaikutus lukujonotaitoihin johtuukin enemmänkin aivotoiminnallisista yhteyksistä niiden prosessoinnissa kuin musiikin ja matematiikan syvistä rakenteellisista yhteyksistä. Havaitsihan Vandervertkin (2017) lukutajun myönteisestä kehityksestä ensisijaisesti vastuussa olevan pikkuaivojen sekä aivokuoreen kuuluvien päälaki- sekä ohimolohkon, joiden harmaan aineen määrän taas Gaser ja Schlaug (2015) havaitsivatkin omassa tutkimuksessaan olevan suurempi ammattimuusikoilla ja musiikin harrastajilla kuin verrokkiryhmällä.

## **6.2. Tutkimuksen luotettavuus sekä tutkimuseettinen arviointi**

Tutkimuksen luotettavuuden arvioimiseksi on ajateltava tutkimusprosessia yhtenä kokonaisuutena. Tässä tutkimuksessa luotettavuuden perustan rakensi tutkimuksen teoreettinen viitekehys, eli ne lähtökohdat joiden pohjalta tutkimussuunnitelmaa lähdetään tekemään. Aiempi tutkimuskirjallisuus musiikin



ja matematiikan yhteyksistä ja lukukäsitteen oppimisesta on ohjannut koko tutkimusprosessia ja tämä ajatuskulku on esitettyä tutkimuksen teoriaosuudessa. Tutkimussuunnitelmaa ja teoreettista viitekehystä on vertaisarvioitu Pro Gradu-seminaareissa ja niihin on tehty tarkennuksia palautehuomioiden. Tutkimuksen aineistonhankinnan ja -analyysin menetelmät ovat kansainvälisesti hyväksytyjä tutkimusmetodeja ja ne perustuvat laadullisen tutkimuksen tekemisen menetelmäkirjallisuuteen.

Tötön (2004) mukaan pätevyys laadullisessa tutkimuksessa voidaan ymmärtää uskottavuudeksi ja vakuuttavuudeksi, eli sen arvioinniksi kuinka hyvin tutkijan konstruktiot vastaavat aineistoa ja kuinka hyvin tutkija tuottaa konstruktionsa muiden ymmärrettäviksi. Tutkimustuloksia voidaan pitää uskottavina, sillä ne lukukäsite-episodit, joihin vielä siltikin jäi jonkin verran tulkinnan varaa on esitettyä autenttisinä tulososassa tulkintoineen. Pysin myös avoimesti esittämään ne lukukäsite-episodit, joissa voitiin tulkita oppimisympäristöjen ainoastaan *tarjonneen mahdollisuuksia* jonkin yksittäisen tai useamman lukutajun osataidon harjoittamiseen, mutta joissa opettaja toiminnallaan sivuutti tuon mahdollisuuden. Myös yksittäisten lukukäsite-episodien jättäminen analyysin ulkopuolelle oli perusteltu avoimesti. Uskottavuutta lisää myös se, että, aineiston tulkinta pohjautui standardisoidun lukukäsite-testin teoreettiseen viitekehykseen siitä minkälaisen toiminnan varassa lukutaju kehittyy (Aunio ja muut, 2005).

Eräs tutkimuksen selkeä rajoittava tekijä ilmeni jo aineistonkeruuvaiheessa, kun mukaan aineistoon saatiinkin kaksi toista luokkaa, mutta vain yksi ensimmäinen luokka. Toinen selkeä rajoite oli siinä, että tutkijalla ei ollut pääsyä oppilaiden päälle niissä tilanteissa, joissa *mahdollisuus* lukukäsitteen osataitojen harjoittamiseen oli esillä, mutta opettaja ei erityisesti ohjannut siihen. Jäikin tällöin kyseenalaiseksi miten oppilaat prosessoivat kyseisissä tilanteissa esiintynyttä lukukäsitettä. Kuitenkaan ei ollut tarkoitus selvittää lukutajun kehittymistä oppilasryhmän yksilöissä, vaan ainoastaan tarkastella

musiikkituokioita oppimisympäristöjä lukutajun kehittymisen näkökulmasta. Oppimisympäristöjä löydettiin paljon, mutta mahdollisesti useamman musiikkituokion kuvaamalla olisi saanut niitä kartoitettua enemmänkin. Myös suhdetaitojen korostuminen ja lukujonotaitojen olematon edustus musiikkituokioiden oppimisympäristössä jättää kysymyksiä auki.

Musiikin oppimisympäristöjen aineistolähtöisessä luokittelussa muodostunut musisoinnin organisointi- luokka oli mahdollisesti liian kattava ja se olisi ehkä pitänyt jakaa pienempiin luokkiin saadakseen selkeämmän kuvan lukutajun osataitojen jakautumisesta eri toimintamuotoihin musiikkituokioissa. Siitä kuitenkin voitiin todeta, että lukutajun osataitoja harjoitettiin selvästi eniten varsinaisen musiikillisen toiminnan tai siihen valmistautumisen puitteissa. Lisäksi yhdessä opetustuokiossa opettajan kaikutaputuksen käyttö useita kertoja luokanhallintakeinona näytti vaikuttavan pienikokoisessa aineistossa kohtuuttoman paljon. Myös kyseisen opetustuokion sirpalemaisuus verrattuna kahteen muuhun opetustuokioon aiheutti sen ettei lukukäsité-episodien määrät kolmessa musiikkituokiossa olleet vertailukelpoisia keskenään.

Musiikkituokioiden kaksi potentiaalista hetkeä lukujonotaitojen harjoittamiseen herätti kuitenkin kysymyksen siitä, että olisiko suuremmalla tai ihan vain toisella aineistolla ollut lukujonotaitojen harjoittaminen myös havaittavasti edustettuna musiikkituokioissa. Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan laadullisessa tutkimuksessa aineiston tarvitaan juuri niin paljon kuin asetettu tutkimustehtävä tai aihe vaatii ja yksi tapa ratkaista aineiston riittävyden kysymys on *saturaatio* eli *kylläntyminen*. Ehkä tämän tutkimuksen tapauksessa aineisto yksinkertaisesti jäi liian suppeaksi. Kolme aineiston muodostanutta musiikkituokiota olivat kuitenkin kaikki hyvin erilaisia. Eskola ja Suoranta (1998) ovatkin todenneet, että kun uudet tapaukset lakkaavat tuomasta uutta tietoa tutkimusongelman kannalta, voidaan aineistoa ajatella olevan tarpeeksi. Tosin Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan kylläntymispisteen asettaminen

etukäteen on usein haastavaa, eikä kylläntymistä voida saavuttaa, jos ei ole tiedossa, mitä aineistosta etsitään.

Tutkimuksen tekemisen aikana eettiset näkökohdat otettiin huomioon. Tutkimusluvut hankittiin asianmukaisella tavalla tutkimuksen kohteena toimineesta oppilaitoksesta ja analyysin kohteena olleet videoaineistot, ja niistä tehdyt litteraatit olivat säilytyksessä ainoastaan muistitikulla, joka oli tutkijan kotona lukkojen takana. Muistitikku oli kytkettynä tietokoneeseen ainoastaan litterointi- ja analyysintekovaiheissa ja tietokone ei ollut tietoturvasyistä tällöin yhteydessä internetiin. Oppilaiden ja opettajien nimiä ei yksityisyyden varjelemisen vuoksi litteraattiin kirjattu. Lisäksi luokkatunnusten käytöstä litteraatissa luovuttiin. Videomateriaalit ja litteraatit tuhottiin välittömästi, kun siirryttiin tulosten kirjaamisesta pohdintaan. Ainut varsinaisesti ratkaistava tutkimuseettinen kysymys nousi silloin, kun toinen luokanopettajista halusi tietää, mitä olen tutkimassa ja päädyin ratkaisemaan sen kertomalla molemmille luokanopettajille tutkimusaiheeni silläkin riskillä, että se vaikuttaisi tuloksiin. Tutkijan läsnäololla musiikkituokioissa videokameran kanssa ei kuitenkaan liennyt merkittävää vaikutusta musiikin oppimisympäristöihin, vaikka tutkijan läsnäolo tiedostettiin.

### **6.3. Monialaisesti eheämpää opetus- ja kasvatustyötä**

Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ollut tehdä mitään yleistyksiä. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että suhdetaitoja voidaan musiikin keinoin harjoittaa monipuolisesti. Musiikissa käytettäviä välineitä ja erilaisia toimintamuotoja voidaan hyödyntää luvun käsitteen konkretisoimiseksi lapsille. Opetusta ja kasvatusta koskevassa keskustelussa toistuvasti esille nouseva monialainen eheys voisi alkaa vähitellen konkretisoitua myös kentän oppimisympäristöissä, kun perusopetuksen aihesisällöt eivät todellisessa maailmassa ilmene selvärajaisina oppiaineina. Mikäli lukukäsité ilmenee

luonnostaan musiikin oppimisympäristöissä säännöllisesti, tulisi yhteyttä hyödyntää myös matematiikkakasvatuksen oppimisympäristöjen suunnittelussa. Musiikin ja matematiikan yhteneväisyydet merkintätavoissa tulee huomioida lasten monilukutaidon kehittämisen näkökulmasta.

Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan laadullisessa tutkimuksessa yleistämisen sijaan puhutaan toisinaan siirrettävyydestä, jolla voidaan tarkoittaa joko teoreettisen käsitteen soveltamista toisissa yhteyksissä kuin missä aiemmin sitä on käytetty tai sitten tutkimustulosten soveltuvuutta johonkin toiseen toimintaympäristöön. Lukujonotaitojen näkyvän harjoittamisen puuttuminen tässä tutkimuksessa tutkituissa oppimisympäristöissä ohjaisikin siihen suuntaan, että saadut tulokset voisivat antaa käyttökelpoisempaa tietoa varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen matematiikkakasvatukseen kuin perusopetukseen.

Lopuksi todetaan, että tulosten kannalta jäi vielä useita kysymyksiä vaille vastauksia. Lukujonotaitojen harjoittamisen puuttuminen musiikkituokioista nostaa esille tarpeen tutkia vastaavin menetelmin laajempaa joukkoa. Se olisi myös tarpeen lukutajua kehittävien oppimisympäristöjen laajemmaksi kartoittamiseksi. On syytä olettaa, että musiikinopetuksen koko opetusmenetelmärepertuaari ei tullut esille tässä tutkimuksessa. Tutkimus ei myöskään ottanut siihen kantaa, tapahtuiko ylipäänsä lukutajun kehittymistä musiikkituokioiden aikana, vaan sen kehittymiseksi tarjotut mahdollisuudet ja harjoitteet tulkittiin teoriasta käsin. Tästä syystä jatkossa olisi syytä pohtia interventiotutkimuksen toteuttamista hyödyntäen tämän tutkimuksen tietoja sekä muitakin kuin tässä tutkimuksessa esille tulleita musiikin opetusmateriaaleja, jotka ovat laadukkaita ja varta vasten lukutajun kehittämiseksi suunniteltuja.

## Lähteet

ACARA – Australian curriculum and reporting authority. (2020).

<https://www.australiancurriculum.edu.au/media/4107/numeracy-music.pdf>

viitattu 23.4.2020

Ahonen, K. (2000). *Tonaaliset odotukset musiikin oppimisessa*.

<http://sokl.uef.fi/verkojulkaisut/kipinat/KariA.htm> Viitattu 10.4.2020

An, S., Capraro, M. M., & Tillman, D. (2013). *Elementary teachers integrate music activities into regular mathematics lessons: Effects on student's mathematical abilities*. *Journal for Learning through the Arts*, 9(1), 1–20.

An, S. A., Tillman, D. A., Boren, R., & Wang, J. (2014). *Fostering elementary students' mathematics disposition through music-mathematics integrated lessons*. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*, 15(3), 1-18.

Apiola, H. (2015). *Matematiikkaa ja musiikkia*.

<http://math.aalto.fi/~apiola/intmath/musmat.html> Viitattu 10.4.2020

Aubrey, C. (1999). *Developmental approach to early numeracy*. Birmingham, UK: Questions.

Aunio, P. Hannula, M. & Räsänen, P. (2004). Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen, P. Malinen (toim.) *Matematiikka -näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 198–221.

Aunio, P., Van Luit, J. E. H. & Van de Rijt, B. A. M. (2005). *Lukukäsitetesti*. Helsinki: Psykologien kustannus.

Aunio, P. (2006). *Number sense in young children – (inter)national group differences and an intervention programme for children with low and average performance*. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2004). *Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2*. Journal of Educational Psychology Vol. 96(4), 699-713.

Bahr, N., & Christensen, C. A. (2000). *Inter-domain transfer between mathematical skill and musicianship*. Journal of Structural Learning and Intelligent Systems, 14(3), 187-197.

Ball, P. (2010). *The music instinct. How music works and why we can't do without it*. London: Vintage Books.

Berch, D. B. (2005). *Making sense of number sense: implications for children with mathematical disabilities*. Journal of Learning Disabilities Vol.38(4), 293-304.

Bermejo, V., Morales, S. and Garcia de Osuna, J. (2004). *Supporting children's development of cardinality understanding*. *Learning and Instruction*, 14: 381–98.

Bobis, J. (1996). Visualisation and the development of number sense with kindergarten children. In Mulligan, J. & Mitchelmore, M. (Eds.) *Children's Number Learning : A Research Monograph of the Mathematics Education Group of Australasia and the Australian Association of Mathematics Teachers*. Adelaide: AAMT

Bobis, J. (2008). *Early spatial thinking and the development of number sense: Janette Bobis Explains How Teachers Can Build on Young Children's Spatial Abilities to Develop Important Foundations of Number Sense*. *Australian Primary Mathematics Classroom*: 13.3 : 4–9. Print.

Bresler, L. (2002). Research: A foundation for arts education advocacy. In R. Colwell & C. Richardson (Eds.), *The new handbook of research on music teaching and learning* (pp. 1066–1083). New York: Oxford University Press.

Bryant, P. (1996). Children and arithmetic. In L. Smith (Ed.), *Critical readings on Piaget* (pp. 312-346). London, UK: Routledge.

Brothers, H.J. (2007). *Structural scaling in Bach's Cello Suite no. 3*. *Fractals*. 15(1):89.

Carpenter, T., Coburn, T., Reys, R. & Wilson, J. (1976 ). *Notes from National Assesment: Recognizing and naming solids*. *Arithmetic teacher*, 22, 501-507.

Case, R., & Okamoto, Y. (Eds.) (1996). *The role of central conceptual structures in the development of children's thought*, *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61 (1-2), Serial No.246.

Carrey, S. & Spelke, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. In L. Hirschfield, S. Gelman (eds) *Mapping the mind. Domain specific speciality in cognition and culture*. Cambridge: Cambridge University Press. 169-200.

Chabris, C. (1999). *Prelude or requiem for the 'Mozart effect'?* Nature, 400, 862.

Cranmore, J. (2015). *Brain research on the study of music and mathematics: a meta-synthesis*. Journal of mathematics education, 8 (2), 139-157.

Črnčec, R., Prior, M. & Wilson, S. (2006). *The cognitive and academic benefits of music to children: facts and fiction*. Educational psychology, 26(4), 579-594.

Dehaene, S. (1998). *The number sense: how the mind creates mathematics*. Oxford: Oxford university press.

Dos Santos-Luiz, C., Mónico, L., Campelos, S., & Fernandes Da Silva, C. (2015). *Mathematics and music: systematization of analogies between mathematical and musical contents*. [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-91872015000200014](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-91872015000200014) Viitattu 19.4.2020

Entwisle, D. R. & Alexander, K. L. (1990). *Beginning School Math Competence: Minority and Majority Comparisons*. Child Development 61, 454-471.

Ernest, P. (1996). Social constructivism and the psychology of mathematics education. Teoksessa Ernest, P.(toim.): *Constructing mathematical knowledge: epistemology and mathematical education*. London: The Falmer Press. 62-72

Eskola, A. (1988). How many social psychologies are there? Teoksessa Eskola, A. (toim.) *Blind alleys in social psychology: a search for ways out*. Advances in Psychology 48. Amsterdam: Elsevier



Eskola, J. (1998): Yhteiskirjoittaminen ja "yhteis" kirjoittaminen tieteellisen tuottamisen prosesseina. Teoksessa Jari Eskola (toim.) *Kirjoituksia tieteellisestä kirjoittamisesta*. Tampere: TAJU.

Eskola J. (2001): Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen tutkimuksen analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa Juhani Aaltola & Raine Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino, 1998. Print.

EU. Eurostats 2017.

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share\\_of\\_children\\_between\\_the\\_age\\_of\\_four\\_and\\_the\\_starting\\_age\\_of\\_compulsory\\_education\\_participating\\_in\\_early\\_childhood\\_\(pre-primary\)\\_education,\\_2017\\_\(%25\)\\_ET19.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_children_between_the_age_of_four_and_the_starting_age_of_compulsory_education_participating_in_early_childhood_(pre-primary)_education,_2017_(%25)_ET19.png) viitattu 20.4.2020

Evans, A.C., Foregard, M., Hyde, K.L., Lerch, J., Norton, A., Schlaug, G. & Winner, E. (2009). *The effects of musical training on structural brain development. The neurosciences and music III: disorders and plasticity*. 1169: 182-186. New York Academy of sciences.

Fauvel, J., Flood, R. & Wilson, R. (2006). *Music and mathematics: from pythagoras to fractals*. Oxford: Oxford university press.

Fletcher, J. M. (2005) *Predicting Math Outcomes: Reading Predictors and Comorbidity*. Journal of Learning Disabilities Vol. 38(4), 308-312.

Frey, A. (2015). *Five Classical Pieces with the Golden Ratio*.

<https://www.cmuse.org/classical-pieces-with-the-golden-ratio/> Viitattu 11.4.2020

Fuson, K. (1992). Relationships between counting and cardinality from ages 2 to ages 8. Teoksessa Bideaud, J., Meljac C. & Fisher, J-P. (toim.) *Pathways to number: children's developing numerical abilities*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 283–306

Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1992). *Preverbal and verbal counting and computation*. *Cognition*, 44(1-2), 43–74.

Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Garland, T. H., & Kahn, C. V. (1995). *Math and music: Harmonious connections*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications.

Gaser, C. & Schlaug, G. (2003). *Brain structures differ between musicians and nonmusicians*. *Journal of neuroscience*, 23(27), 9240-9245.

Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development*. Washington, DC:APA.

Geary, D. C. (2004). *Mathematics and learning difficulties*. *Journal of Learning Disabilities*, 37 (1), 4–15.

Geary, D. C. (2000). *From infancy to adulthood: the development of numerical abilities*. *European Child & Adolescent Psychiatry* 9, 11–16.

Gillanders, C. & Casal De La Fuente, L. (2020) "Enhancing Mathematical Thinking in Early Childhood through Music." *Pedagogies: An International Journal* 15.1: 60–79. Web.

Gordon, P. (2004) *Numerical Cognition without Words: Evidence from Amazonia*. *Science*, 306, 496-499.

Hannula, M. (2005). *Spontaneous focusing on numerosity in development of early mathematical skills*. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja B. Osa 282. Turku: Turun yliopisto.

Hannula, M. & Lepola, J. (2006). *Kohti koulua. Kielellisten, matemaattisten ja motivationaalisten valmiuksien kehitys*. Turun yliopiston tiedekunnan julkaisuja Sarja A: Osa 205. Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos.

Hartikainen, S., Vuorio, J-M., Mattinen, A., Leppävuori, S-L. & Pahkin, L. (2001). *Matematiikka. Teoksessa Högström, B. & Saloranta, O. (toim.) Esiopetus tavoitteellisen oppimispolun alkuna*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Helmrich, B. H. (2010). *Window of opportunity? Adolescence, music, and algebra*. *Journal of adolescent research*, 25(4), 557–577.

Holmes, S. (2017). *The participation in music on learning in mathematics*. Conference: University College London  
[https://www.researchgate.net/publication/331465457\\_The\\_impact\\_of\\_participation\\_in\\_music\\_on\\_learning\\_mathematics](https://www.researchgate.net/publication/331465457_The_impact_of_participation_in_music_on_learning_mathematics) viitattu 23.4.2020

Häggbloom, L. (2000). *Räknespår. Barns matematiska utveckling från 6 till 15 års ålder*. Åbo: Åbo Akademis förlag.

Institution for arts integration and STEAM. (2020)

<https://educationcloset.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/> Viitattu 18.4.2020

Itä-Suomen Aluehallintovirasto. (2015). [https://www.patio.fi/suodatus?e=145020&m=18751&t=18756&y=18740#\\_patriobrowser\\_WAR\\_patriobrowserportlet\\_g90774](https://www.patio.fi/suodatus?e=145020&m=18751&t=18756&y=18740#_patriobrowser_WAR_patriobrowserportlet_g90774) viitattu 18.4.2020

Kajetski, T., & Salminen, M. (2009). *Matikasta moneksi : toiminnallista matematiikkaa varhaiskasvatuksesta esiopetukseen*. Helsinki: Lasten keskus, 2009. Print.

Kamawar, D., Lefevre, J-A., Bisanz, J., Fast, L., Skwarchuk, S-L., Smith-Chant, B & Penner-Wilger, M. (2010). *Knowledge of Counting Principles: How Relevant Is Order Irrelevance?* Journal of Experimental Child Psychology 105.1-2 (2010): 138–145.

Kangaslampi, R. (2012). *Fraktaalit*. <https://math.aalto.fi/~rkangasl/leiri/fraktaali.pdf> viitattu 11.4.2020

Kansanen P (2008) Onko didaktiikka kadonnut? Teoksessa: *Kasvatustieteen tila ja tutkimuskäytännöt. Paradigmat katosivat, mitä jäljellä?* Toimittanut: Siljander P & Kivelä A.

Kinnunen, R., Lehtinen, E. & Vauras, M. (1994). Matemaattisen taidon arviointi. Teoksessa M. Vauras, E. Poskiparta & P. Niemi (toim.) *Kognitiivisten taitojen ja motivaation arviointi koulutulokkailla ja 1. luokan oppilailla*. Turku: Turun yliopisto, Oppimistutkimuksen keskus, 55-76.

Kinos, J. & Palonen, T. (2013). *Selvitys esiopetuksen velvoittavuudesta*. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä. 2013:5.

Kivelä, S. K. (1998). *Lukiotason matematiikan tietosanakirja: M niin kuin matematiikka*. Helsinki: Hakapaino.

Klein, A., & Starkey, P. (1988). *Universals in the development of early arithmetic cognition*. *New Directions for Child Development*, 41, 5–26.

Kline, Morris (1953). *"The Sine of G Major"*. In *Mathematics in Western Culture*. Oxford University Press.

Lakka, J. (2014). *Yhteen ja vähennyslaskustrategioiden rakentaminen alkuopetuksen matematiikassa*. Helsinki; Helsingin yliopistopaino.

Mattinen, A. (2006). *Huomio lukumääriin.: Tutkimus 3-vuotiaiden lasten matemaattisten taitojen tukemisesta päiväkodissa*. Sarja C. Osa 247. Turku: Turun yliopisto.

Mehr, A., Singh, M., York, H., Glowacki, L. & Krasnow, M. (2018). *Music really is a universal language*. ScienceDaily.

[www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180125120434.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180125120434.htm) viitattu 23.4.2020

Merenluoto, K. 2001. *Lukiolaisen reaalityttö. Lukualueen laajentaminen käsitteellisenä muutoksena matematiikassa*. *Ann. Univ. Turkuensis C* 176. Turun yliopisto.

Metsämuuronen, J. (2017). *Oppia ikä kaikki – Matemaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015*. Kansallisen koulutuksen arviointikeskus. Suomen yliopistopaino oy, Tampere.

Newman, J., Rosenback J., Burns, K., Latimer, B., Matocha H. & Vogt, E. (1995). *An experimental test of "the mozart effect": does listening to his music improve spatial ability?* Perceptual and motor skills, 81, 1379

OKM. Esiopetuksesta velvoittavaa 1.8. alkaen.

[https://minedu.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/esiopetuksesta-velvoittavaa-1-8-alkaen](https://minedu.fi/artikkeli/-/asset_publisher/esiopetuksesta-velvoittavaa-1-8-alkaen) viitattu 20.4.2020

Olson, H. (1967). *Music, physics and engineering*. New York: Dover Publications Inc.

Olson, C. A. (2010). *Music training causes changes in the brain*. Teaching Music, 17(6).22.

OPH. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2014*.

Opetushallitus. Helsinki: Next print Oy.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

viitattu 17.4.2020.

OPH. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*.

Opetushallitus. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen-opetussuunnitelman-perusteet\\_2004.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen-opetussuunnitelman-perusteet_2004.pdf) viitattu 18.4.2020

Papadopoulos, A. (2002). *Mathematics and music theory: from Pythagoras to Rameau*. The Mathematical Intelligencer. Vol 24 (No 1), pp. 65-73.

Piaget, Jean. (1953). *The Child's Conception of Number*. 4th impr. New York: Norton.

Pica, P. , Lemer, V., Izard & Dehaene, S. (2004), *Exact and approximate arithmetic in an Amazonian Indigene Group*. Science, 306, pp. 499–503

Pierce, J. (1992). *The science of musical sound*. 3rd ed. New York: W H Freeman and Company.

Putz, J. F., (1995). *The Golden Section and the Piano Sonatas of Mozart*. Mathematics Magazine Vol. 68, No. 4 (Oct., 1995), pp. 275-282

Rauscher, F., Shaw, G. & Ky, K. (1993). *Music and spatial task performance*. Nature, 365, 611

Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. (1994). *Oppiminen ja koulutus*. Helsinki: WSOY.

Resnick, L. B. (1989). Defining, assessing and teaching number sense. In J.T Sowder & B. P. Schappelle (Toim.) *Establishing foundations for research in number sense and related topics: Report of a conference* (pp. 35-39). San Diego: San Diego State University Center for research in Mathematics and Science Education.

Rideout, B. & Laubach, C. (1996). *EEG correlates of enhanced spatial performance following exposure to music*. Perceptual and motor skills, 82, 427.

Räsänen, P. (2005). *Banuca – lukukäsitteen ja laskutaidon hallinnan testi luokka-asteille 1–3*. Jyväskylä: Niilo Mäki Institute.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkajulkaisu]*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja].  
<https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus> Viitattu 18.4.2020

Schopman, E.A .M., Van Luit, J.E.H. & Van de Rijt, B.A.M. (1996). *Learning and transfer of preparatory arithmetic strategies among young children with developmental lag*. Journal of Cognitive Education, 5, 117–131.

Smith, L. (2002). *Reasoning by mathematical induction in children's arithmetic*. Oxford, UK: Pergamon Press.

Sowder, J.T. (1988). Mental computation and number comparison. Their roles in the development of number sense and computational estimation. Teoksessa J. Hieber & Behr (toim.) *Number concepts and operations in the middle grades* (pp. 182-197). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; Reston, Va: NCTM.

Stock, P., Desoete, A. & Herbert Roeyers, H. (2009) *Mastery of the Counting Principles in Toddlers: A Crucial Step in the Development of Budding Arithmetic Abilities?* Learning and Individual Differences  
[https://www.researchgate.net/publication/222684354\\_Mastery\\_of\\_the\\_counting\\_principles\\_in\\_toddlers\\_A\\_crucial\\_step\\_in\\_the\\_development\\_of\\_budding\\_arithmetic\\_abilities](https://www.researchgate.net/publication/222684354_Mastery_of_the_counting_principles_in_toddlers_A_crucial_step_in_the_development_of_budding_arithmetic_abilities) Viitattu 18.4.2020

Szirony, M., Burgin, S. & Pearson, C. (2008). *Hemispheric laterality in music and math*. Learning inquiry 2, 169-180.

Taipale, A. (2010). *Matematiikan, lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksien päällekkäistyminen nuoruusiässä*. Väitöskirja. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.

Tampio, H., & Tampio, M. (2014) *Ulos oppimaan! : sata ideaa ulko-opetukseen* . Jyväskylä: PS-Kustannus.



Taschner, R. (2007). *Numbers at work: a cultural perspective*. Translated from German by O. Binder & D. Sinclair-Jones. Massachusetts: A K Peters Ltd.

Torbeyans, J., Van de Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L. Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2002). *The development of early mathematical competence of 5- to 7-year-old children—A comparison between Flanders and The Netherlands*. *Educational Research and Evaluation*, 8, 249–275.

Tossavainen, T. (2004). Didaktista matematiikkaa – tai ainakin uusi näkökulma matematiikan aineenopettajakoulutukseen. Artikkeliteoksessa: Enkenberg, J., Savolainen, E. & Väisänen, P. (toim.) 2004. *Tutkiva opettajankoulutus – taitava opettaja*. Itä-Suomen yliopisto. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos.

Trafton, P. R. (1989). Reflections on the number sense conference. In J.T. Sowder & B.P. Schappelle (Toim.) *Establishing foundations for research in number sense and related topics: Report of a conference* (pp. 74-77). San Diego: San Diego State University Center for research in Mathematics and Science Education.

Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1994). *Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision*. *Psychological Review*, 101(1), 80–102

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2002) *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Töttö, Pertti (2004). *Syvällistä ja pinnallista: teoria, empiria ja kausaalisuus sosiaalitutkimuksessa*. Vastapaino, Tampere.

Vainionpää, T., Mononen, R. & Räsänen, P. (2003). Matemaattiset valmiudet. Teoksessa T. Siiskonen, T. Aro, T. Ahonen & R. Ketonen (toim.) *Joko se puhuu?*

*Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa.* Jyväskylä: PS-Kustannus, 292–301.

Vandervert, L. (2017). *The Origin of Mathematics and Number Sense in the implications for Finger Counting and Dyscalculia.*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5520362/> Viitattu 23.4. 2020

Van Luit, J.E.H., van de Rijt, B.A.M. & Pennings, A.H. (1994). *Utrechtse Gatalbegrip Toets, UGT [Lukukäsitetestit]*. Doetinchem, The Netherlands: Graviant.

Van Luit, J. E. H., & Schopman, E. A. M. (2000). *Improving early numeracy of young children with special educational needs.* Remedial & Special Education, 21 (1), 27–40.

Vilenius-Tuohimaa, P. (2005). *Vanhempien koulutustaso, lapsen kielellinen ilmaisu ja tehtäväorientaatio matemaattisten taitojen selittäjinä koulutien alussa.* Helsinki: Helsingin yliopisto.

Voss, R.F. & Clarke, J. (1975). '1/f noise' in music and speech. *Nature.* 258(5533):317–318

Vuorio, J-M. (2010). *Matematiikka varhaiskasvatuksessa.* Artikkeliteoksessa: Aerila, J., Korhonen, R. & Rönkkö, M-L.,(toim.) 2010. *Pienet oppimassa Kasvatuksellisia näkemyksiä varhaiskasvatukseen ja esiopetukseen.* Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.

Walker, J. S., & Don, G. W. (2013). *Mathematics and music: Composition, perception, and performance.* Florida, FL: CRC Press.

Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. California: Sage Publications Inc.

Young-Loveridge, J.M. (1987). *Learning Mathematics*. *British journal of developmental psychology*, 5: 155-167.