

Kouluaikeisten oppimiskokemusten värittämät matematiikan oppimiskuvat

Matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät luokanopettajaopiskelijoiden kokemina

Kasvatustieteen
pro gradu -tutkielma

Laatija:
Niina Maunu

27.2.2026
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Kasvatustiede

Tekijä: Niina Maunu

Otsikko: Kouluaikaisten oppimiskokemusten värittämät matematiikan oppimiskuvat – Matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät luokanopettajaopiskelijoiden kokemina

Ohjaaja(t): professori Minna Kyttälä

Sivumäärä: 99 sivua + 1 liite

Päivämäärä: 27.2.2026

Matematiikan oppimiskuva on yksi matematiikkakuvan komponenteista. Se voidaan määritellä yksilön näkemykseksi siitä, miten matematiikkaa opitaan ja millaiset tekijät matematiikan oppimiseen vaikuttavat. Tämä kuva piiryy pitkälti jo yksilön kouluaikana hänen oppimiskokemustensa seurauksena, ja se on suhteellisen vaikeasti muutettavissa.

Kuva matematiikan oppimisesta vaikuttaa oleellisesti myös opettajan opetustyöhön ja sitä kautta oppilaiden matematiikan oppimiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millainen matematiikan oppimiskuva erityisesti luokanopettajaopiskelijoille on heidän omien matematiikan oppimiskokemustensa seurauksena tulevan opetustyön lähtökohdaksi muodostunut. Tutkimuksessa haluttiin saada selville, mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat 1) edistäneet tai 2) heikentäneet heidän matematiikan oppimistaan, ja 3) mikä näistä tekijöistä nousee aineistossa määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi. Selvityksen avulla haluttiin tutkia, voisiko näistä matematiikan oppimiskuvista löytyä osaselittäjää huonontuneille matematiikan oppimistuloksille.

Vastauksia tutkimuskysymyksiin etsittiin luokanopettajaopiskelijoiden (N = 41) kirjoittamien Minä ja matematiikka -esseiden avulla. Esseet oli kirjoitettu keväällä 2023, ja ne olivat olleet erään suomalaisyliopiston aikuisille luokanopettajaopiskelijoille tarkoitetun Matematiikka ja kasvatustieteiden opintojakson ensimmäinen tehtävä. Esseiden kirjoittamista oli ohjailtu kirjoitusohjeistuksella, jossa kirjoittajia oli pyydetty kuvaamaan muun muassa omia kouluaikaisia kokemuksiaan matematiikan oppimisesta. Kirjoittajia oli ohjeistettu kirjoittamaan myös siitä, miten he olivat oppineet matematiikkaa parhaiten. Esseet analysoitiin laadullisesti teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla. Kolmanteen tutkimuskysymykseen saatiin vastaus sisältöä erittelemällä ja havaittuja tekijöitä kvantifioimalla.

Tutkimuksessa saatiin selville, että luokanopettajaopiskelijoiden kouluaikaisiin oppimiskokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa matematiikan oppimiseen vaikuttavat sekä oppijaan itseensä liittyvät affektiiviset, kognitiiviset ja konatiiviset tekijät, että oppimisympäristöksi luokiteltavat opetusryhmä, perhe ja luokkakaverit sekä opettaja ja hänen käytänteensä. Edistäneeksi tekijäksi koettiin myös oppijan matematiikan oppimista tukevat luonteenpiirteet. Lisäksi opiskelijat kokivat matematiikan oppimisen suhteen kärsineensä koulun tekemistä huonoista opettajavalinnoista ja liian abstrakteihin oppiainesisältöihin ohjaavasta opetussuunnitelmasta. Tutkimustulosten perusteella määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi osoittautui opettaja ja hänen käyttämänsä opetusmenetelmät.

Tulokset osoittavat, että luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvat ovat lähes linjassa matematiikan oppimistekijöihin liittyvän teorian tiedon kanssa. Niistä ei löytynyt selkeää selittävää tekijää huonontuneille matematiikan oppimistuloksille, vaikka tutkimustulosten perusteella arviointimenetelmien tärkeyttä ja oppimisen näkökulmasta tehokkaimpia opetusmenetelmiä olisikin aiheellista korostaa opettajankoulutuksessa vielä aiempaa enemmän. Sen sijaan tulokset vahvistavat aikaisempien tutkimusten tuloksia siitä, että opettaja ja erityisesti hänen käytänteensä ovat ratkaisevassa asemassa oppilaiden matematiikan oppimisen suhteen.

Avainsanat: matematiikan oppiminen, oppimiskokemus, matematiikkakuva, matematiikan oppimiskuva, oppimiseen vaikuttavat tekijät

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Matematiikan oppimiskuva, sen muokkaantuminen ja vaikutukset opettajan toimintaan	8
2.1	Matematiikan oppimiskuva osana matematiikkakuvaa	8
2.2	Matematiikan oppimiskuvan muokkaantuminen kokemusten seurauksena	11
2.3	Matematiikan oppimiskuvan vaikutus opettajan toimintaan	13
3	Matematiikan oppiminen ja siihen vaikuttavat tekijät tutkimuskirjallisuuden mukaan	16
3.1	Yleisesti matematiikan oppimisesta	16
3.2	Matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät tutkimuskirjallisuuden mukaan	18
3.2.1	Muiden tutkijoiden tekemiä luokitteluja matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä	18
3.2.2	Matematiikan oppimiseen vaikuttavat oppilaaseen liittyvät tekijät tutkimuskirjallisuudessa	22
3.2.3	Matematiikan oppimiseen vaikuttavat ympäristöön liittyvät tekijät tutkimuskirjallisuudessa	26
4	Aikaisemmat tutkimukset aiheeseen liittyen	35
5	Tutkimuksen toteutus	38
5.1	Tutkimuksen tarkoitus, asetetut tutkimuskysymykset ja lähestymistapa	38
5.2	Tutkimuksen aineisto	39
5.3	Tutkimuksen analyysi	40
5.3.1	Käytetty analyysimenetelmä	40
5.3.2	Analyysin eteneminen	41
6	Tutkimuksen tulokset	47
6.1	Matematiikan oppimista edistäneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	47
6.1.1	Matematiikan oppimista edistäneet oppilaaseen liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	47
6.1.2	Matematiikan oppimista edistäneet ympäristöön liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	51

6.2	Matematiikan oppimista heikentäneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	57
6.2.1	Matematiikan oppimista heikentäneet oppilaaseen liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	57
6.2.2	Matematiikan oppimista heikentäneet ympäristöön liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	60
6.3	Matematiikan oppimiseen vaikuttanut määrällisesti merkittävin tekijä luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa	66
7	Pohdinta	68
7.1	Tutkimustulosten yhteenveto ja tarkastelu	68
7.2	Tutkimuksen luotettavuuden ja eettisyyden arviointi	72
7.2.1	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi	72
7.2.2	Tutkimuksen eettinen tarkastelu	80
7.3	Johtopäätökset ja jatkotutkimusideat	82
	Lähteet	86
	Liitteet	100
	Liite 1. Ohjeistus Minä ja matematiikka -alkuesseen tekemiseen	100

1 Johdanto

Matematiikkaa pidetään Suomen koululaitoksessa tärkeänä oppiaineena. Elokuussa 2025 voimaan tulleen perusopetuksen tuntijaon (Valtioneuvoston asetus 3.6.2024/286) mukaan matematiikkaa opiskellaan Suomen peruskouluissa yhteensä 33 vuosiviikkotuntia. Vain äidinkieltä ja kirjallisuutta opiskellaan enemmän (44 h). Yhtenä syynä matematiikan tärkeään asemaan oppiaineena voitaneen nähdä se, että matemaattisia taitoja pidetään yhteiskunnalliselta kannalta tärkeinä (Lilja 2002, 14). Ilmiöiden kvantifiointi ja matemaattinen mallintaminen ulottuvat yhteiskunnan kaikille sektoreille (Kupari 1999, 28). Matematiikka on määritelty kansallisessa ennakointityössä usean toimialan keskeiseksi tulevaisuuden osaamistarpeeksi yhdessä luonnontieteiden kanssa (Kosola 2023, 63).

Huolestuttavaa on se, että matematiikkaan ja matematiikan opiskelun parissa vietettävään aikaan panostamisesta huolimatta viimeisimpien PISA-tutkimustulosten¹ perusteella matematiikan oppimistulokset Suomessa ovat olleet laskusuuntaisia vuodesta 2006 lähtien (OKM 2023). Mieleeni nousee kysymys, miksi.

Entuudestaan tiedetään se, että matematiikan oppiminen – kuten oppiminen yleensäkin – on mutkikas prosessi, johon vaikuttavat monet erilaiset tekijät (ks. esim. Halinen, Hotulainen, Kauppinen, Nilivaara, Raami & Vainikainen 2016, 81; Kupari 1999, 63; Rauste-von Wright, von Wright & Soini 2003, 7). Siksi ajattelen, ettei laskusuuntaisiin matematiikan oppimistuloksiin ole olemassa vain yhtä selittävää syytä. Koska kuitenkin aikaisempien tutkimusten mukaan etenkin opettajilla näyttää olevan suuri merkitys matematiikan oppimisen suhteen (ks. esim. Guillaume & Kirtman 2010; Kosola 2023, 81; Lo 2021, 798), haluan tässä pro gradu -työssä tutkia sitä, voisiko opettajista löytyä osittaista selittäjää myös heikentyneille oppimistuloksille.

Lähestyn opettajan vaikutusta oppimistuloksiin niin kutsutun matematiikkakuvan (engl. *view of mathematics*) ja siihen sisältyvän matematiikan oppimiskuvan näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa tarkoitan matematiikkakuvalla Pietilän (nyk. Laineen) (2002, 23) tavoin sitä matematiikkaan liittyvää henkilökohtaista näkemystä, joka yksilölle muodostuu hänen subjektiivisten tietojensa, tunteidensa, asenteidensa, uskomuksiensa ja käsityksiensä vaikutuksesta. Matematiikan oppimiskuva on osa tätä näkemystä, ja sillä tarkoitan yksilön

¹ PISA (Programme for International Students Assessment) on OECD:n (eli Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön) jäsenmaiden yhteinen tutkimusohjelma, jossa kolmen vuoden välein arvioidaan 15-vuotiaiden nuorten osaamista matematiikassa, luonnontieteissä ja lukutaidossa (Kupari & Hiltunen 2018, 18, 22).

henkilökohtaista näkemystä juurikin matematiikan oppimisesta, muun muassa siitä, miten matematiikkaa opitaan ja millaiset tekijät sen oppimiseen vaikuttavat.

Päädyin tähän näkökulmaan neljästä eri syystä. Ensinnäkin suomalaista opettajankoulutusta on perinteisesti pidetty kansainvälisesti korkeatasoisena. Siksi ajattelen, ettei syytä oppilaiden laskusuuntaisiin oppimistuloksiin kannata ensisijaisesti alkaa etsiä opettajien koulutuksesta, vaan opettajista itsestään. Toiseksi tutkimusten mukaan matematiikkakuva voi toisinaan olla jopa niin vahva, että se saattaa vaikuttaa opettajaopiskelijoiden kykyyn vastaanottaa opettajankoulutuksessa tarjottua uutta tietoa (Heikkilä, Uusiautti & Määttä 2012, 217; Kaasila, Laine & Pehkonen 2004, 397; Pietilä 2002, 26; Smith & Schmidt 2012, 2; Varis, Heikkilä, Metsäpelto & Mikkilä-Erdmann 2023, 2; Viholainen, Asikainen & Hirvonen 2014, 160). Työskennellessään opettajat saattavat siis joka tapauksessa priorisoida omat henkilökohtaiset näkemyksensä koulutuksessa tarjotun teoretiedon sijaan. Kolmanneksi Suomessa opettajan työ on tiukasti sidoksissa yhteiskunnan asettamiin opetussuunnitelmaraameihin, mutta opettajat voivat näiden raamien sisällä toteuttaa omaa työtään näkemystensä mukaan melko autonomisesti (Luukkainen 2004, 91). Näkemykset – *the views* – ovat juuri niitä olennaisia taustavaikuttajia, joiden pohjalta opettajat opetustyössään toimivat (ks. esim. Hannula, Kaasila, Laine & Pehkonen 2005, 89; Kaasila & Laine 2018, 307). Neljäs ja viimeinen perusteluni tälle näkökulmalle on se, että opettajan matematiikkakuvan on jo useissa aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu vaikuttavan opetukseen ja sen myötä myös oppilaiden oppimiseen merkittävästi (ks. esim. Kaasila ym. 2004, 397; Pietilä 2002, 27).

Matematiikkakuvan ja täten myös siihen sisältyvän matematiikan oppimiskuvan on todettu muokkaantuvan matematiikkaan liittyvien kokemusten seurauksena (ks. esim. Hannula & Holm 2018, 140; Huhtala & Laine 2004, 320; Kaasila ym. 2004, 397). Etenkin lapsuuden kouluaikaisilla matematiikkakokemuksilla on havaittu olevan keskeinen merkitys niiden muodostumisessa (Kaasila & Laine 2018, 306–307; Kim, Mallat & Joutsenlahti 2023, 63). Myös jokaisella opettajalla on matematiikkakuvansa ja matematiikan oppimiskuvansa perustana kouluaikaisia matematiikan oppimiskokemuksia, jotka ovat olleet jollakin tavalla erityisiä joko hyvässä tai pahassa (ks. esim. Krzywacki & Portaankorva-Koivisto 2018, 285). Opettajat toteuttavat opetustyötään näiden oppimiskokemusten ja niiden myötä muokkaantuneiden matematiikkanäkemyksen pohjalta. Parhaiksi koettuja tapoja siirretään omiin käytäntöihin, ja huonoimmiksi koettuja vältellään.

Tässä tutkimuksessa haluan tutkia sitä, millainen matematiikan oppimiskuva opetustyötä tekeville on omien kouluaikeisten matematiikan oppimiskokemusten seurauksena opetustyön lähtökohdaksi muodostunut. Haluan selvittää, miten opettajat omien kokemustensa mukaan ovat oppineet matematiikkaa parhaiten tai huonoiten. Minua kiinnostaa erityisesti se, mitkä tekijät ylipäättään ovat opettajien omien kokemusten ja näkemysten mukaan vaikuttaneet heidän matematiikan oppimiseensa.

Tutkimukseni kohderyhmäksi olen valinnut luokanopettajaopiskelijoita. Perustelen tätä valintaa sillä, että koska matemaattisten tietojen ja taitojen oppiminen on luonteeltaan kumulatiivista, ja uusi tieto rakentuu aiemmin opitun tiedon perustalle (ks. esim. Opetushallitus 2014, 9), ovat matematiikan ensimmäiset opettajat, luokanopettajat, keskeisessä asemassa matematiikan oppimisen suhteen. Alaluokkien opettajiin on syytä kiinnittää paljon huomiota myös siksi, että he vastaavat suurimmalta osin oppivelvollisuusikäisten lasten ja nuorten matematiikan opetuksesta (Tossavainen & Leppäaho 2018, 294–295). Luokanopettajiksi vasta opiskelevat valikoituivat erityiseksi kohderyhmäksi siksi, että heidän matematiikan oppimiskuviansa eivät luokanopettajakoulutus ja työkokemus ole vielä ehtineet suuremmin vaikuttamaan², vaan matematiikan oppimiskuvissa heijastuvat eniten juuri heidän omat kouluaikaiset kokemuksensa.

Matematiikkakuvaa ja sen muotoutumiseen vaikuttaneita kokemuksia on aikaisemmin tutkittu melko paljon. Sen sijaan sen yksittäistä komponenttia, kuvaa matematiikan oppimisesta, ei omien havaintojeni mukaan ole juurikaan tutkittu ainakaan luokanopettajaopiskelijoiden näkökulmasta. Tällä tutkimuksella haluan paikata tätä puutetta. Vertailemalla luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvia matematiikan oppimiskuvia tutkittuun tietoon matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä, voin tehdä näkyviksi matematiikan oppimiseen liittyviä mahdollisia virhenäkemyksiä. Samalla voin toivottavasti vahvistaa tietoa ihmisille merkityksellisiä kokemuksia luovista oppimistilanteista ja matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. Koska menestyksekkäs oppiminen edellyttää oppimista edistävien tekijöiden maksimoimista ja oppimista heikentävien tekijöiden minimoimista, tämän tutkimustyön tulosten toivon osaltaan edesauttavan myös matematiikan oppimistulosten laskujohtaisen suunnan kääntämisessä jälleen nousujohteiseksi.

² Van Fleetin mukaan opettajan näkemykset muovautuvat 1) kulttuurisessa sopeutumisprosessissa oman koulunkäynnin aikana, 2) koulutusprosessissa opettajankoulutuksen aikana ja 3) opetus- ja kasvatusprosessissa käytännön opetustyössä (Kupari 1999, 73-74).

2 Matematiikan oppimiskuva, sen muokkaantuminen ja vaikutukset opettajan toimintaan

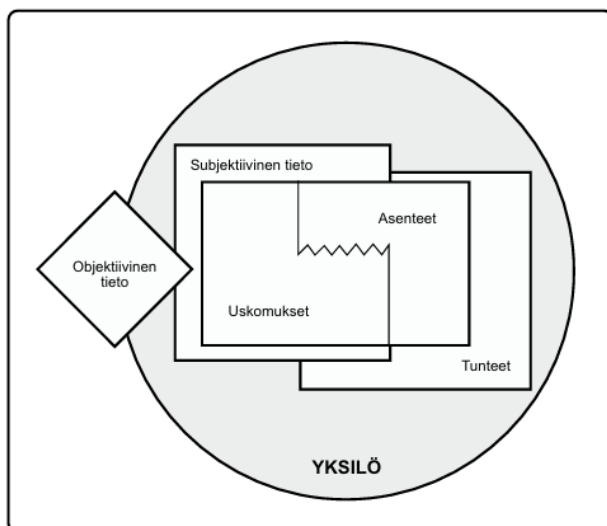
Matematiikkakuva-yhdyssanan osien perusteella matematiikkakuvan voidaan päätellä olevan jonkinlainen kuva matematiikasta. Jotta käsitteen ymmärtäminen ei jää pelkän maalaisjärjellä päättelyn varaan, esittelen tässä luvussa tutkimukseni keskeiset käsitteet, matematiikkakuvan ja siihen sisältyvän matematiikan oppimiskuvan, hieman tarkemmin. Lisäksi kerron siitä, miten kokemukset vaikuttavat näiden kuvien muodostumiseen, ja miten nämä kuvat puolestaan vaikuttavat opettajan toimintaan ja sitä kautta myös oppilaiden matematiikan oppimiseen.

2.1 Matematiikan oppimiskuva osana matematiikkakuvaa

Tutkijat ovat tehneet matematiikkakuvasta useita, hieman toisistaan poikkeavia, tieteellisiä määritelmiä. Esimerkiksi Hannula ja Holm (mm. 2018, 132, 136) tarkoittavat matematiikkakuvalla yksilön matematiikkaan liittyvää tunnesuhtautumista, motivaatiota ja uskomuksia, jotka ovat yhteydessä hänen matematiikka-asenteeseensa. Kaasila ja Laine (mm. 2018, 306, 308) taas ajattelevat matematiikkakuvan koostuvan yksilön matematiikkatiedoista, -asenteista, -uskomuksista sekä -tunteista, ja sen nähdään vaikuttavan yksilön toimintaan erilaisissa matematiikkaan liittyvissä tilanteissa. Perkkilä (2018) puolestaan ymmärtää matematiikkakuvan laajana joukkona yksilön matematiikkaan liittyviä uskomuksia ja käsityksiä, jotka kehittyvät matematiikkaan liittyvien kokemusten kautta vuorovaikutuksessa affektiivisten (ts. tunteisiin ja tuntemuksiin liittyvien), kognitiivisten (ts. tiedonkäsittelyyn liittyvien) ja konatiivisten (ts. tahtoon, toimintaan ja käyttäytymiseen liittyvien) tekijöiden kanssa. Pietilän (mm. 2002, 23) mukaan matematiikkakuva muodostuu yksilön subjektiivisesta tiedosta ja tunteista. Siihen liittyvät myös hänen asenteensa, uskomuksensa ja käsityksensä matematiikasta.

Kaikille esitellyille määritelmille yhteistä on se, että jokaisessa niistä matematiikkakuvaan nähdään vaikuttavan useampi eri osa-alue. Eri osa-alueet limittyvät osittain toisiinsa, mikä luultavasti on aiheuttanut määritelmien pienet eroavaisuudet. Tässä tutkimuksessa käsittelen matematiikkakuvaa Pietilän (2002) määritelmästä käsin.

Kuten jo totesin, Pietilä (2002) on määritellyt matematiikkakuvan tiedon, uskomusten, käsitysten, tunteiden ja asenteiden kokonaisuudeksi (ks. myös Kaasila ym. 2004, 399). Hänen (2002, 21) esittämänsä malli näiden osa-alueiden välisistä suhteista on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Pietilän (2002, 21) esittämä malli matematiikkakuvan osa-alueiden välisistä suhteista

Osa-alueista tieto voidaan Platonin määritelmän mukaan käsittää ”hyvin perustelluksi todeksi uskomukseksi”. Perusteluehto erottaa tiedon luulosta tai arvauksesta, totuusehto erottaa tiedon erehdyksestä ja valheesta, ja uskomusehto viittaa siihen, että tieto on ihmismielessä oleva ajatus tai käsitys. (Niiniluoto 2023.) Tieto voi olla laadultaan objektiivista tai subjektiivista. Objektiivinen tieto on yleisesti hyväksyttyä, formaalia ja virallista, ja se perustuu yleensä tieteellisiin tutkimuksiin. Subjektiivinen tieto puolestaan on yksilöllistä tietoa, joka perustuu yksilön omiin kokemuksiin ja tulkintoihin. Yksilö pitää sitä totena, mutta se ei välttämättä kuitenkaan täytä objektiivisuuden kriteerejä. (Pietilä 2002, 20.)

Uskomukset taas voidaan Lutovacin (2014, 55) sekä Kaasilan ja Laineen (2018, 308) mukaan määritellä subjektiivisiksi, henkilökohtaisiin kokemuksiin perustuviksi, usein implisiittisiksi tiedoiksi ja tuntemuksiksi jostakin asiasta tai asiantilasta. Kuviossa 1. uskomukset menevätkin päällekkäin subjektiivisen tiedon ja tunteiden osa-alueiden kanssa. Käsityksinä puolestaan voidaan pitää uskomuksia, jotka ovat tiedostettuja (Pehkonen 1995, 45). Ne ovat eräänlaisia tapoja määritellä jonkin ilmiön rajat, osat sekä osien yhteydet toisiinsa ja kokonaisuuteen (Neuman 1987, 66 lähteessä Kaasila 2007, 5). Subjektiivisuuden takia uskomuksille ja käsityksille ei Kaasilan (2007, 5) ja Pietilän (2002, 22) mukaan välttämättä löydy perusteluita objektiivisessa tarkastelussa, vaikka niitä pidetäänkin tosina.

Tunteilla tarkoitetaan tässä yhteydessä intensiivisiä, suhteellisen nopeasti ilmeneviä ja katoavia reaktioita, jotka tulevat esiin yksilön tilannetulkintojen houkuttelemisena (Pietilä 2002, 21). Asenteet sen sijaan voidaan määritellä taipumuksiksi tai aikeiksi reagoida positiivisesti tai negatiivisesti johonkin asiaan (Pietilä 2002, 22). Ne kehittyvät toistuvien tunnereaktioiden

automatisoitumisen seurauksena ja sisältävät suhteellisen intensiivisiä ja pysyviä tunteita kuten kiinnostusta, nautintoa tai näiden vastakohtia (McLeod 1992, 581, ks. myös Pietilä 2002, 59.) Myös tunteiden ja asenteiden osittainen päällekkäisyys voidaan havaita kuviosta 1.

Edellä mainittujen osa-alueiden lisäksi matematiikkakuva voidaan jakaa myös sisällöllisiin komponentteihin. Pietilä (2002, 23–24) jakaa matematiikkakuvan kahteen, Lutovac (2014, 59–60) sekä Kaasila ja Laine (2018, 306, 308) kolmeen ja Pehkonen (1995, 19–20) neljään komponenttiin. Komponenttien määrät vaihtelevat, mutta kokonaissisällöiltään kaikki jaottelut ovat pääpiirteittäin samanlaisia. Tässä tutkimuksessa käytän Pehkosen (1995, 19–20) erittelevintä jaottelua, jossa matematiikkakuva jaetaan 1) kuvaan matematiikasta, 2) kuvaan itsestä matematiikan oppijana ja käyttäjänä, 3) kuvaan matematiikan opettamisesta sekä 4) kuvaan matematiikan oppimisesta.

Ensimmäinen komponentti, kuva matematiikasta, sisältää kuvan matematiikasta tieteenalana ja oppiaineena. Se kattaa myös kuvan matemaattisen tiedon synnystä, luonteesta ja hyödyllisyydestä. Toinen komponentti, kuva itsestä matematiikan oppijana ja käyttäjänä, taas muodostuu omaan osaamiseen ja omiin kykyihin liittyvistä näkemyksistä. Kolmas komponentti, kuva matematiikan opettamisesta, käsittää kuvan matematiikan opetuksen luonteesta, opetuksen järjestämisestä, opetukseen sopivista menetelmistä ja opettajan roolista. Neljäs ja viimeinen komponentti, kuva matematiikan oppimisesta, sen sijaan on kuva siitä, miten oppiminen tapahtuu ja mikä oppimisessa on tärkeää. Se sisältää myös kuvan oppimisen luonteesta, oppimisen järjestelyistä ja oppijan roolista. (Pehkonen 1995, 19–20; ks. myös Ernest 1989, 22.)

Teoreettisesta jaottelusta huolimatta todellisuudessa myös komponentit limittyvät toisiinsa. Esimerkiksi yksilön kuva matematiikan luonteesta vaikuttaa usein hänen kuvaansa siitä, miten matematiikkaa opitaan (Hannula & Holm 2018, 136; Pehkonen 1995, 19), ja matematiikan oppimista koskeva kuva puolestaan on yhteydessä kuvaan siitä, miten matematiikkaa opetetaan (Kim ym. 2023, 74; Purnumo, Suryadi & Darwis 2016, 630).

Tässä tutkimuksessa käytän Pehkosen neljännessä komponentista (eli kuvasta matematiikan oppimisesta) nimitystä *matematiikan oppimiskuva*. Ajattelen sen tarkoittavan yksilön henkilökohtaista näkemystä matematiikan oppimisesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Matematiikan oppimiskuvan muodostaviksi osa-alueiksi olen Pietilän (2002) matematiikkakuvan määritelmän ja Pehkosen (1995) komponenttijaottelun pohjalta määritellyt 1) tiedon, joka liittyy matematiikan oppimiseen, 2) uskomukset, jotka liittyvät

matematiikan oppimiseen, 3) käsitykset, jotka liittyvät matematiikan oppimiseen, 4) tunteet, jotka liittyvät matematiikan oppimiseen ja 5) asenteet, jotka liittyvät matematiikan oppimiseen.

Matematiikan oppimiskuva muodostuu siis sekä objektiivisesta että subjektiivisesta tiedosta, uskomuksista ja käsityksistä siitä, miten oppiminen tapahtuu, mikä oppimisessa on tärkeää, millaista oppiminen on luonteeltaan, miten oppiminen täytyy järjestää ja mikä on oppijan rooli oppimisessa. Unohtaa ei sovi myöskään oppimiseen liittyviä tunteita ja asenteita. Tämän tutkimuksen pääpaino on kuitenkin edellisen jaottelun kolmessa ensimmäisessä osa-alueessa eli niissä tiedoissa, uskomuksissa ja käsityksissä, joita luokanopettajaopiskelijoilla on matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä.

Oppimiskuvaan rinnastettavana käsitteenä kirjallisuudessa käytetään myös käsitettä oppimiskäsitys (engl. *conception of learning*). Esimerkiksi Nevgin ja Lindblom-Ylänteen (2021, 194) mukaan oppimiskäsitys on yksilön henkilökohtainen käsitys siitä, mitä oppiminen on ja miten ihminen oppii. Myös Tynjälän (2004, 28) mukaan oppimiskäsitykseen kuuluu pedagogisia näkemyksiä siitä, miten oppiminen tapahtuu ja miten sitä voidaan parhaiten edistää. Tässä tutkimuksessa oppimiskäsityksen sijaan puhun kuitenkin oppimiskuvasta, koska olen määritellyt käsitteen matematiikkakuva-käsitteen avulla, ja tutkin sitä käsitysten lisäksi tiedot ja myös tiedostamattomat uskomukset huomioiden.

2.2 Matematiikan oppimiskuvan muokkaantuminen kokemusten seurauksena

Kuten jo edellisessä alaluvussa matematiikkakuvaan vaikuttavien osa-alueiden määrittelymisen yhteydessä mainitsin, matematiikkakuvan osa-alueet kehittyvät yksilön kokemusten seurauksena. Tästä voidaan tehdä johtopäätös siitä, että myös matematiikan oppimiskuva muokkaantuu yksilön kokemusten vaikutuksesta.

Pietilä (2002, 24–26) sekä Kaasila ja kumppanit (2004, 402) ymmärtävät matematiikkakuvan ja siten myös matematiikan oppimiskuvan muokkaantuvan Anita Malisen (2000) luoman henkilökohtaisen kokemuksellisen tietämisen mallin mukaan. Siinä olemassa olevaa, henkilökohtaista, kokemuseräistä tietoa koetellaan uusien kokemusten kautta. Malli jakaa henkilökohtaisen kokemuksellisen tiedon kahteen osaan: kovaan ytimeen ja sen ympärillä olevaan joustavaan suojavyöhön. Kova ydin muodostuu yksilön kaikkein syvimmistä ja perustavimmanlaatuisista uskomuksista, ja niihin ulottuminen on vaikeaa. Suojavyö taas sisältää yksilölle vähemmän tärkeitä oletuksia, joiden muuttaminen on hieman helpompaa.

(Malinen 2000, 134–140.) Pietilän (2000, 24–26) mukaan matematiikkakuvan ja matematiikan oppimiskuvan muodostumismallissa yksilön aikaisemmat matematiikan oppimiseen liittyvät elämäkokemukset voidaan nähdä henkilökohtaisena kokemuksellisenä tietämyksenä, niin kutsuttuina ensimmäisen asteen kokemuksina, joista syvimmit sijaitsevat kovassa ytimessä. Kun yksilö kohtaa uusia, toisen asteen kokemuksia, matematiikan oppimiskuva voi muuttua, jos uusi kokemus pystyy murtamaan suojavyön ja saavuttamaan kovan ytimen.

Myös Kupari (1999, 10–11) on lähestynyt matematiikkakuvan ja matematiikan oppimiskuvan muodostumista samantyyppisen hahmottelun kautta. Hän on käyttänyt mallinsa apuna Rokeachin (1968 lähteessä Pajares 1992, 318) teoriaa keskeisistä ja periferisistä (ts. reunaluokalla sijaitsevista) uskomuksista. Keskeisimpiä ydinuskomuksia tässä teoriassa ovat ne uskomukset, joista vallitsee täydellinen yksimielisyys. Ne ovat vahvimmin ylläpidettäviä ja vaikeimmin muutettavia. Periferiset uskomukset taas ovat kaikkein herkimpiä muutokselle. Yleensä keskeiset uskomukset syntyvät omakohtaisten kokemusten kautta, kun taas periferiset uskomukset opitaan muilta. Kupari ei käytä mallista nimitystä matematiikan oppimiskuvan muodostumismalli, mutta kuten jo aikaisemmin mainitsin, uskomukset ovat tärkeä osa matematiikkakuvaa ja matematiikan oppimiskuvaa, joten niiden muovautumismekanismien voidaan nähdä toimivan myös matematiikan oppimiskuvan muovautumismekanismina.

Kummassakin edellä kuvatussa matematiikan oppimiskuvan muodostumismallissa oleellisia ovat kokemukset, sekä menneet että tulevat. Useat tutkijat (mm. Hannula & Holm 2018, 132; Kaasila & Laine 2018, 309; Perkkilä 2018) ovat Pietilän (2002) ja Kuparin (1999) kanssa samaa mieltä siitä, että matematiikkaan liittyvät kokemukset ovat keskeisessä asemassa matematiikkakuvan sekä matematiikan oppimiskuvan muodostumisen ja muuttumisen suhteen. Rösken, Hannula, Pehkonen, Kaasila ja Laine (2007, 349) ovat jopa määritelleet matematiikkakuvan ja siihen sisältyvän matematiikan oppimiskuvan ”kokemustensa tuloksiksi”.

Matematiikan oppimiskuvan muodostuminen ei ole pelkästään yksilötason kysymys. Myös ympäristö vaikuttaa siihen ratkaisevasti (vrt. Hannula & Holm 2018, 132). Opettajien tapauksessa matematiikan oppimiseen liittyviä kokemuksia voidaan saada esimerkiksi yhteiskunnan matematiikkamyyttien, kavereiden, kodin, koulun, opettajankoulutuksen opintojen, opetusharjoittelun, täydennyskoulutuksen, opettajan työn, opetussuunnitelman ja oppimateriaalien kautta (Kaasila & Laine 2018, 309). Pitkälti opettajan matematiikan

oppimiskuva muovautuu kuitenkin jo omien oppimis- ja opiskelukokemusten aikana (Kaasila & Laine 2018, 306–307; Krzywacki & Portaankorva-Koivisto 2018, 284–287; Lutovac 2014, 56).

Kokemukset omista kouluaikaisista opiskelu- ja oppimisprosesseista vaikuttavat erityisesti aloittelevan opettajan kuten luokanopettajaopiskelijan matematiikan oppimiskuvaan (Krzywacki & Portaankorva-Koivisto 2018, 285). Opiskelijalla ei todennäköisesti ole vielä paljoa kokemusta opinnoista tai työstä, mutta hänellä on oppilasnäkökulmasta vähintään 12 vuoden omakohtainen kokemus matematiikan oppimisesta (Kupari 1999, 9, 19). Tämä Pietilän (2002) muodostumismallissa ensimmäisen asteen kokemukseksi kutsuttu kokemus on ehtinyt muovaamaan opiskelijan näkemystä matematiikan oppimisesta jo melko syvästi. Opettajankoulutuksen aikana saatujen toisen asteen kokemusten voi olla vaikea muuttaa tätä pinttynyttä kuvaa (Heikkilä ym. 2012, 217; Kaasila ym. 2004, 397; Pietilä 2002, 26; Smith & Schmidt 2012, 2; Varis ym. 2023, 2; Viholainen ym. 2014, 160).

2.3 Matematiikan oppimiskuvan vaikutus opettajan toimintaan

Matematiikan oppimiskuva ja siihen liittyvät kokemukset säätelevät opettajan ajattelua ja toimintaa matematiikan oppimiseen liittyvissä tilanteissa (Lutovac 2014, 60–61; Rodríguez-Muñiz, Aguilar-Gonzalález, Lindorff & Muñiz-Rodríguez 2022, 525). Täten ne vaikuttavat oleellisesti myös opettajan opetuskäyttäytymiseen, opetusmenetelmiä koskeviin päätöksiin ja luokkahuoneympäristöön (Kim ym. 2023, 60, 77; Pietilä 2002, 27). Seuraavaksi käyn vaikutuksia tarkemmin läpi esittelemällä muutaman vaikutustavan osa-alueittain jäsenneltyä.

Aluksi esittelen matematiikkakuvaan ja matematiikan oppimiskuvaan sisältyvän tiedon vaikutusta opettajan toimintaan. Ensinnäkin Pietilä (2002, 32–45) ryhmittelee opettajan kouluopetuksessa tarvitseman tiedon 1) oppisisältötietoon eli niin kutsuttuun matematiikkatietoon, 2) matematiikan opettamiseen ja oppimiseen liittyvään tietoon sekä 3) muuhun pedagogiseen tietoon. Oppisisältötieto käsittää sekä matemaattisen tiedon (eli matematiikkaan liittyvät faktat, käsitteet, periaatteet ja selitysmallit) että tiedon matematiikasta (eli sen luonteesta sekä osaamisesta ja tekemisestä). Matematiikan opettamiseen ja oppimiseen liittyvä tieto taas voidaan jakaa pedagogiseen sisältötietoon ja opetussuunnitelmalliseen tietoon. Pedagoginen sisältötieto käsittää tietoja siitä, miten opetettava asia kannattaa esittää ja muotoilla, jotta oppilaat ymmärtävät sen. Lisäksi siihen kuuluu tietoa esimerkiksi oppilaiden eri aiheisiin liittyvistä käsityksistä ja siitä, miksi jotkut aiheet ovat vaikeita oppia. Pedagogista sisältötietoa opettaja käyttää, kun hän muotoilee

oppisisältötietoa opetukseen. Opetussuunnitelmatieto puolestaan tarkoittaa tietoa erilaisista opetuksen ja arvioinnin apuna käytettävistä materiaaleista kuten oppikirjoista, opetusohjelmista, havainnollistamisvälineistä ja kokeista. Muulla pedagogisella tiedolla Pietilä tarkoittaa tietoa matematiikan oppimistilanteen organisoinnista, opetuskontekstista, oppilaista, koulukontekstista, koulutuksesta ja kasvatuksesta.

Opettajan matematiikkakuvaan ja matematiikan oppimiskuvaan sisältyvä tieto vaikuttaa esimerkiksi opettajan kykyyn selittää, demonstroida, ymmärtää väärinkäsityksiä ja hyväksyä oppilaan omia menetelmiä (Ernest 1989, 16). Se luo pohjan opettajan pedagogiselle tietämykselle ja taidoille opettaa matematiikkaa sekä lisää opettajan varmuutta ja itseluottamusta. Kun opettajan tietorakenne on täsmällinen, yhtenäinen ja hyvin toimiva, hän opettaa toiminnallisesti, käyttää useampia lähestymistapoja ja rohkaisee oppilaita keskusteluun, mikä on positiivinen asia oppimisen kannalta. Opetuksessa painotetaan myös ongelmanratkaisua, ymmärtämistä ja oppilaiden aktiivista osallistumista. Sen sijaan, jos opettajan tietorakenteessa on puutteita, hän turvautuu helposti oppikirjaan, teettää oppilailla kirjatehtäviä ja esittää opiskeltavan asian pysyvinä faktoina. (Pietilä 2002, 34–35.)

Monien tutkijoiden (mm. Kupari 1999, 2; Lo 2021, 795; Lutovac 2014, 57; Rodríguez-Muñiz ym. 2022, 524; Smith & Schmidt 2012, 1; Woltron 2024, 2–3) mukaan myös opettajan uskomuksilla on tärkeä vaikutus siihen, millaiseksi opettajan opetuksellinen toiminta luokkahuoneessa muodostuu. Esimerkkeinä uskomusten vaikutuksesta opettajan toimintaan voidaan mainita Leavyn, Hessen Bjerken ja Houriganin (2023), Thompsonin (1993) sekä Marbánin, Palaciosin ja Maroton (2021) tutkimustulokset. Leavy ym. (2023, 455) toteavat, että jotkut opettajat, joilla on onnistuneita oppimiskokemuksia ja korkea itseluottamus perinteisessä oppimisympäristössä, rakentavat todennäköisesti vastaavan ympäristön myös omaan luokkaansa. Thompson (1993, lähteessä Lutovac 2014, 57) taas on osoittanut, että opettajat, joilla on huonoja oppimiskokemuksia, opettavat todennäköisesti opettajakeskeisesti. Lisäksi Marbánin ym. (2021, 625) mukaan opettajat, joilla on huonoista oppimiskokemuksista johtuva alhainen matemaattinen itseluottamus, käyttävät usein vähemmän aikaa syvälliseen opiskeluun, kun he kohtaavat vaikeuksia matematiikassa.

Tiedon, uskomusten ja käsitysten lisäksi opettajan toimintaan vaikuttavat myös oppimiseen liittyvät tunteet. Silkelän (1999, 179–184) mukaan henkilökohtaisesti merkittävät oppimiskokemukset ovat usein tunnesisällöltään niin voimakkaita, että niiden tunnelataus saattaa olla vahva vielä vuosienkin kuluttua. Myönteiset kokemukset tuottavat mielihyvää,

uskoa ja itseluottamusta, kun taas kielteiset kokemukset voivat aiheuttaa negatiivisia tunteita (Pietilä 2002, 7). Opettajat, joilla on erittäin negatiivisia matematiikan oppimiseen liittyviä tunteita, kuten ahdistusta, käyttävät työssään usein oppimisen kannalta huonompia opetusmenetelmiä, kuten opettajakeskeisiä ohjeita ja ulkoa opettelua (Kim ym. 2023, 79).

Jos opettajan aikaisempien kokemusten seurauksena opettajan matematiikan oppimiseen liittyvät tunteet ovat negatiivisia, useimmiten hänen tunteensa myös matematiikan opettamista kohtaan ovat negatiivisia. Näin ei kuitenkaan ole aina. Jotkut opettajista voivat ilmaista positiivisia tunteita opettamista kohtaan, vaikka tunteet matematiikan oppimista kohtaan esimerkiksi heikon itseluottamuksen takia olisivatkin negatiivisia. Selitys tähän näyttää löytyvän siitä, että heikon oppimisitseluottamuksen omaavat opettajat voivat kokea, että omien matematiikkavaikeuksiensa takia he saattavat soveltua muita paremmin oppilaiden matematiikkavaikeuksien ymmärtämiseen. Osa tällaisista opettajista saattaa myös kokea pystyvänsä kompensoimaan omaa menneisyyttään toimiessaan opettajina. (Lutovac 2014, 59.)

Myös opettajan matematiikan oppimiseen liittyvä asenne voi vaikuttaa hänen opetustyöhönsä (Kaasila & Laine 2018, 307). Opettajan matematiikkainnostuksen ja -kiinnostuksen asteella on havaittu olevan yhteys matematiikan oppimiseen ja siihen liittyviin tekijöihin (Kosola 2023, 82, ks. myös Hannula & Holm 2018, 142). Opettajan matematiikka-asenne voi vaikuttaa muun muassa oppilaiden asenteisiin, oppitunnin ilmapiiriin sekä matematiikan opetukseen käytettyyn aikaan ja valittuihin opetusmenetelmiin (Hannula & Holm 2018, 142; Kosola 2023, 82; Pietilä 2002, 62). Esimerkiksi matematiikan opiskeluun kouluaikana pelkäämällä suhtautunut opettaja voi pyrkiä suojelemaan oppilaitaan matematiikalta. Hän saattaa pitää luokassa vallitsevaa asenneilmapiiriä tärkeimpänä oppimista edistävänä tekijänä ja jättää varsinaisen matemaattisen sisällön taka-alalle. (Kaasila & Laine 2018, 307; Lutovac 2014, 60–61.)

Yleisellä tasolla voidaan todeta, että etenkin kokemattomat tulevat opettajat tavoittelevat opetustoiminnassaan usein sellaisia asioita, joita ovat itse omana kouluaikanaan arvostaneet. Ensimmäisten oppituntien suunnittelussa ja toteutuksessa korostuvat itselle tutut ja hyviksi havaitut oppimismenetelmät. Menetelmistä heijastuvat opettajaopiskelijan kokemukset siitä, minkälaisesta opetuksesta hän itse nautti tai miten hän itse oppi parhaiten. Vastaavasti opettajat pyrkivät välttämään sellaisia toimintatapoja, jotka eivät omien kokemusten mukaan itselle ole sopineet. (Krzywacki & Portaankorva-Koivisto 2018, 285.)

3 Matematiikan oppiminen ja siihen vaikuttavat tekijät tutkimuskirjallisuuden mukaan

Koska tässä tutkimuksessa haluan tutkia erityisesti niitä opetustyön taustalla vaikuttavia kokemuksiin perustuvia tietoja, uskomuksia ja käsityksiä, joita luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvissa on matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä, käyn tutkimukseni teoreettisessa viitekehyksessä läpi myös näihin tekijöihin liittyvää aikaisempaa teorian tietoa. Tässä luvussa tarkastelen tekijöitä tutkimuskirjallisuuden valossa. Aluksi kerron hieman myös matematiikan oppimisesta yleisesti.

3.1 Yleisesti matematiikan oppimisesta

Vaikka matematiikan oppimiseen liittyy spesifejä, juuri sille ominaisia piirteitä, pätevät siihen myös samat lainalaisuudet kuin oppimiseen yleensäkin (ks. esim. Orton 2004, 175). Tästä syystä lähestynkin matematiikan oppimista yleisen oppimisen näkökulmasta määrittelemällä sen, mitä oppimisella ylipäätään tarkoitetaan, ja miten sen ajatellaan tapahtuvan.

Tutkimuskirjallisuudessa oppimisen käsitteelle on esitetty hyvinkin monta hieman toisistaan poikkeavaa määritelmää (ks. esim. Schneider 2024, 779). Karkeasti voidaan kuitenkin sanoa, että kaikkien niiden mukaan oppimisessa on aina kyse jonkinlaisesta yksilössä tapahtuvasta muutoksesta (Ahonen, Aro, Aro, Lerkkanen & Siiskonen 2019, 12; Halinen ym. 2016, 28–29). Tynjälän (2004, 12) koostaman listauksen mukaan oppimisen ajatellaan olevan yksilön tietojen, ajattelun ja jopa oman itsensä muuttumista. Muun muassa Schneider (2024, 780) sekä Salminen ja Suhonen (2008, 7) ovat tehneet oppimiseen liittyvistä ajatuksista samankaltaisia huomioita.

Kun oppimista tarkastellaan ihmisen sisäisten prosessien näkökulmasta, se voidaan nähdä mielessä olevien tietorakenteiden muuttumisena. Syvällisimmillään tällaista muuttumista kutsutaan käsitteelliseksi muutokseksi, joka nimensä mukaisesti viittaa yksilön mielessä olevien aikaisempien käsitysten muuttumiseen. (mm. diSessa 2014, 88, 191; Koli 2022.) Hermoston tasolla tällainen tietorakenteiden ja käsitysten muuttuminen tarkoittaa hermosolujen välisten yhteyksien jatkuvaa muuttumista. Käytännössä tähän uusien hermosoluyhteyksien muodostumiseen sekä vanhojen yhteyksien häviämiseen ja muuntumiseen vaikuttaa se, mitä ihminen tekee ja millaisia kokemuksia hän kohtaa. (Ahonen ym. 2019, 12; Päivänsalo 2000, 18.)

Viimeisimmän kappaleen perusteella oppimisessa tärkeitä ovat siis sekä oppijan aikaisemmat käsitykset että oma toiminta. Oppimista ei enää nähdä passiivisena tiedon vastaanottamisena, vaan luovana ”rakennustoimintana”, konstruointina, jossa oppija itse rakentaa omaa ymmärrystään ja tulkintojaan (Tynjälä 2004, 22). Puhutaankin niin kutsutusta konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä, jonka mukaan oppijan omaa, aktiivista roolia tiedon muodostuksessa pidetään tärkeänä (Halinen ym. 2016, 32). Ajatellaan, että opettaja ei voi vain kaataa tietoa oppijan päähän (Lilja 2002, 27; Rauste-von Wright ym. 2003, 20, 53).

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen (ja samalla myös käsitteellisen muutoksen) keskeisin idea on se, että uutta tietoa konstruoidaan aina aikaisemman tiedon pohjalta (Lilja 2002, 19, 26–27; Merenluoto & Lehtinen 2004, 302; Tynjälä 2004, 72). Tämän alaluvun ensimmäisessä kappaleessa mainittuun matematiikan oppimisen spesifimpään luonteeseen sisältyy se, että erityisesti juuri matematiikan oppimisessa aikaisemmat tiedot ovat ratkaisevassa asemassa, kun oppija muodostaa yhteyksiä uuden tiedon ja jo olemassa olevan tietorakenteen välille. Nykyisten tutkimustulosten valossa matematiikan tietämys nimittäin rakentuu hierarkkiseksi järjestelmäksi, jossa useimmat käsitteet voidaan hahmottaa alemman luokan käsitteiden avulla (Merenluoto & Lehtinen 2004, 301). Sanotaankin, että matemaattisten tietojen ja taitojen oppiminen on luonteeltaan kumulatiivista. Kun uusi tieto sovitetaan mahdollisimman lähelle oppijan lähikehityksen vyöhykettä³, oppijalla on parhaat edellytykset muovata omia sisäisiä tietorakenteitaan (Yrjönsuuri 2004, 111). Aikaisempi osaaminen helpottaa (Aunola & Nurmi 2018, 54–55; Opetushallitus 2014, 9), mutta myös nopeuttaa (Aunola & Nurmi 2018, 56–58) uuden oppimista.

Lisäksi nykyisessä oppimiskäsityksessä olennaista on se, että oppimisen ei ajatella tapahtuvan tyhjiössä, vaan osana laajempaa sosiaalista kontekstia ja kulttuuria (Boaler & Greeno 2000, 172; Opetushallitus 2014, 9; Tynjälä 2004, 19). Jotakin opitaan jossakin. Täten oppiminen ankkuroituu myös sosiaaliin vuorovaikutusprosesseihin, jolloin monipuolinen, inspiroivassa vuorovaikutuksessa tapahtuva toiminta onkin oppimaan oppimisen tärkeä ehto (Rauste-von Wright ym. 2003, 12, 20, 53–54), kuten jo kuuluisat oppimisteoreetikot Piaget, Vygotsky ja Bandura ovat todenneet (ks. esim. Tudge & Winterhoff 1993, 62, 77). Seuraavassa alaluvussa

³ Lähikehityksen vyöhyke on alue yksilön nykyisen taitotason ja potentiaalisen kehitystason välissä. Tämän alueen tehtäviä yksilö ei vielä pysty suorittamaan itsenäisesti, mutta hän voi selvittää niistä kokeneemman henkilön tukemana. (Tudge & Winterhoff 1999, 318; Vygotsky 1978, 84.)

kerronkin lisää siitä, miten muun muassa ympäristö ja sen sosiaalinen konteksti voivat vaikuttaa yksilön oppimiseen.

3.2 Matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät tutkimuskirjallisuuden mukaan

3.2.1 Muiden tutkijoiden tekemiä luokitteluja matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä

Edellisen alaluvun perusteella matematiikan oppiminen on moniulotteinen prosessi (ks. myös Lapointe, Mead & Askew 1992, 107; Orton 2004, 175). Siihen vaikuttavat yhtäaikaaisesti samat, useat tekijät kuin kaikkeen akateemiseen oppimiseen (Halinen ym. 2016, 81; Kosola 2023, 65; Orton 2004, 175). Halisen ja kumppaneiden (2016, 229) mukaan oppimiseen vaikuttaa yksinkertaisesti kaikki, mitä yksilön sisällä ja ympärillä tapahtuu. Tästä syystä kaiken kattavaa mallia oppimiseen vaikuttavista tekijöistä ei ole olemassa, mutta eri tutkijoiden tutkimustuloksista voidaan yrittää koota teoriatiivistelmä, joka yhdistelee niiden tuloksia. Matematiikan oppimiseen vaikuttavia tekijöitä on nimittäin tutkittu paljon, ja tutkimuksissaan tutkijat ovat luoneet niistä erilaisia luokituksia (Kosola 2023, 66).

Tässä työssä käyttämistäni tutkimuksista vanhin on väitöskirjatutkimus vuodelta 2002, jossa Lilja (2002, 4, 11) on muuntanut Owensin & Steinhoffin (1976) organisaation ominaisuuksia kuvaavan mallin matematiikan oppimistuloksiin yhteydessä olevien tekijöiden organisaatiomalliksi. Mallissa matematiikan oppimistuloksiin yhteydessä olevat tekijät on jaettu neljään kategoriaan. Kategoriat ovat: 1) opetussuunnitelman yhteys oppimistuloksiin, 2) opettamisen, opetusmenetelmien ja oppimateriaalien yhteys oppimistuloksiin, 3) koulun hallintokulttuurin yhteys oppimistuloksiin ja 4) koulun henkilöstön yhteys oppimistuloksiin. Tutkimuksessa on siis keskitytty erityisesti peruskouluympäristöön liittyviin tekijöihin.

Tynjälä (2004, 16–20) sen sijaan on tarkastellut oppimisen ilmiötä hieman laajemmin yleisen kouluoppimisen kokonaismallin avulla. Siinä on kolme rakenneosaa, 1) oppimisen taustatekijät, 2) oppimisprosessi ja 3) oppimisen tulokset, jotka limittyvät toisiinsa. Oppimisen taustatekijöillä tarkoitetaan kaikkia niitä oppijaan liittyviä henkilökohtaisia tekijöitä sekä opetus- ja oppimisympäristöön eli oppimisen kontekstiin liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat oppimiseen. Oppijaan liittyvät henkilökohtaiset tekijät ovat erilaisia oppijan henkilökohtaisia ominaisuuksia, kuten aikaisemmat tiedot ja taidot, kyvyt, arvot, arvostukset, älykkyys, persoonallisuus ja kotitausta. Opetus- ja oppimisympäristöön liittyviä taustatekijöitä

puolestaan ovat esimerkiksi opetussuunnitelma, oppiainesisällöt, kurssirakenteet, opettaja, opetusmenetelmät, luokkahuoneilmasto ja arviointimenetelmät. Sekä oppijaan että opetus- ja oppimisympäristöön liittyvät taustatekijät vaikuttavat oppijan oppimisprosessiin oppijan havaintojen ja tulkintojen kautta. Oppimisprosessissa itsessään prosessiin vaikuttavat oppijan sisäiset tekijät, kuten oppijan aikaisemmat tiedot, motiivit, oppimisorientaatiot, oppimisstrategiat, oppimistyyli, prosessointitavat ja metakognitiivinen toiminta (ts. toiminta, joka kohdistuu omaan oppimiseen ja sen säätelyyn). Oppimisprosessia seuraa oppimismallin viimeinen vaihe, oppimisen tulokset, eli se, mitä oppimisprosessin seurauksena on opittu. Myös oppijan itsensä asettamien tavoitteiden saavuttaminen, oppimistehtävien tuotokset ja arvosanat lasketaan oppimisen tuloksiksi. Oppimistuloksista saatu arviointi ja oppimiskokemukset vaikuttavat edelleen oppijan tulkintojen kautta uusissa oppimistilanteissa. Oppimisen kokonaismalliin sisältyy edellisessä alaluvussa kuvattu ajatus siitä, että oppiminen ei koskaan tapahdu tyhjiössä, vaan se on ympäröivään tilanteeseen sekä laajempaan sosiaaliseen kontekstiinsa ja kulttuuriin sidottu ilmiö. Täten oppiminen tapahtuu myös kulttuurin tuottamilla välineillä ja sen sanelemin ehdoin.

Tynjälän (2004) teoksen kanssa samoihin aikoihin julkaistussa artikkelissa Huhtala ja Laine (2004, 320–333) ovat kehittämässään mallissa kuvanneet, miten oppijan suhde matematiikkaa kohtaan muodostuu matematiikkakokemusten, matematiikkakuvan ja matematiikan kohtaamisen välisistä suhteista. Matematiikkakokemuksilla viitataan kokemuksiin matematiikasta sekä itsestä matematiikan oppijana ja niihin vaikuttavat niin koti, koulu, yhteiskunta kuin kaveritkin. Matematiikkakokemukset vaikuttavat matematiikkakuvan kehittymiseen affektiivisten, kognitiivisten ja konatiivisten tekijöiden vuorovaikutuksessa. Matematiikkakuvan kehittymisen kautta ne vaikuttavat myös matematiikan kohtaamiseen ja sitä kautta matematiikan oppimiseen. Matematiikan kohtaaminen puolestaan vaikuttaa uusien matematiikkakokemusten syntymiseen.

Kymmenisen vuotta myöhemmin Salminen (2015, 21; 2016, 5) on tutkimuksissaan tuonut ilmi, että matemaattisten taitojen kehitykseen ja oppimiseen vaikuttavat: 1) biologiset tekijät (kuten geneettiset tekijät sekä aivojen rakenne ja toiminta), 2) ympäristötekijät (kuten sosioekonomiset, sosiokulttuuriset ja psykologiset tekijät), 3) muovattavuustekijät (kuten ennaltaehkäisy, ohjeiden ja varhaisten interventioiden vaikutukset), 4) matemaattisten taitojen hallintaan liittyvät tekijät (kuten perusnumero- ja aritmeettiset taidot), 5) käyttäytymiseen liittyvät tekijät (kuten tarkkaavaisuus, motivaatio, minäuskomukset ja tunteet) sekä 6) yleiset kykytekijät (kuten kognitiiviset kyvyt ja monihäiriöisyys).

Myös Halinen ja kumppanit (2016, 81–83) ovat tehneet oman tiivistelmänsä oppimiseen vaikuttavista keskeisistä tekijöistä. Tiivistelmän osat ovat: 1) oppilaan taustatekijät ja piirteet, 2) oppimistavoitteet ja -tehtävien ominaisuudet (sisältö, prosessi, tuote ja resurssit), 3) opetukselliset työtavat (opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus, opetusmenetelmät, arviointi sekä oppimisen tuki), 4) motivaatioon liittyvät komponentit (oppimiseen liittyvät arvot, kuten kiinnostus; oppimiseen liittyvät tunteet, oppimista tukevat ja haittaavat uskomukset, minäkäsitys, pystyvyysuskomukset ja epistemologiset uskomukset), 5) kognitiiviset komponentit (ajattelun taidot; päättely, joka ilmenee esimerkiksi sanallisena, kuvallisena ja matemaattisena päättelynä sekä ongelmanratkaisutaitoina; metakognitio, ajattelustrategiat ja oppimisstrategiat) sekä 6) tehtävään sitoutuminen. Myöskään oppimiskäsitystä ja toimintakulttuuria ei sovi unohtaa.

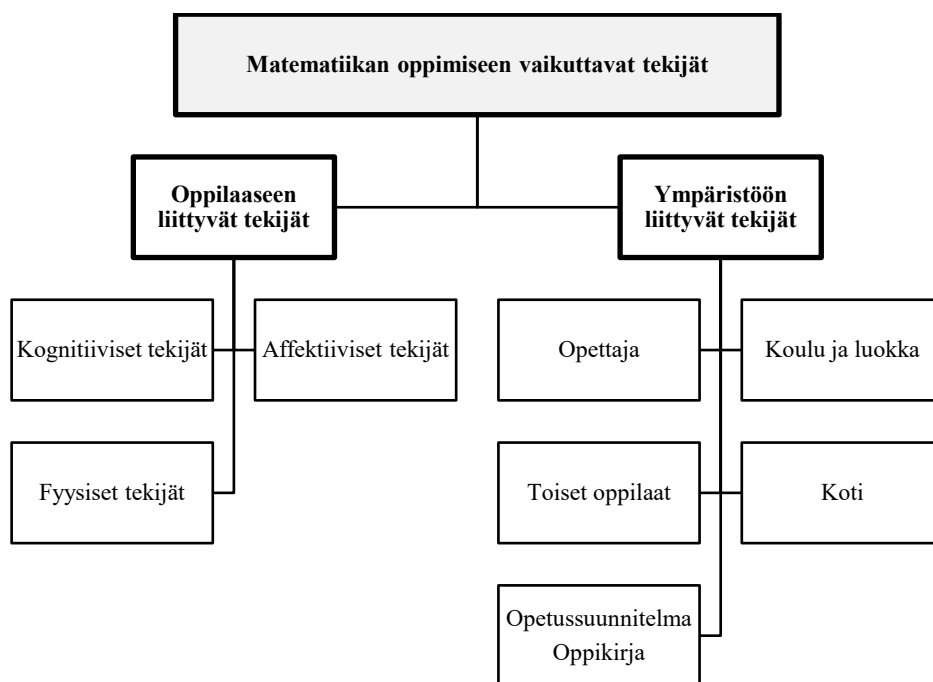
Salmisen (2015 ja 2016) sekä Halisen ja kumppaneiden (2016) luokittelujen kanssa samalla vuosikymmenellä tehdyssä luokittelussa Mononen, Aunio, Väisänen, Korhonen ja Tapola (2017) ovat lähestyneet oppimiseen vaikuttavia tekijöitä matemaattisten taitojen heikkoutta selittävien tekijöiden näkökulmasta. He ovat ryhmitelleet tekijät kognitiivisiin, motivationaalisiin ja oppimisympäristöön liittyviin tekijöihin. Kognitiivisista tekijöistä luokittelussa mainitaan erityisesti kielelliset taidot sekä toiminnanohjaus. Kielellisistä taidoista matemaattista osaamista ja oppimista ennustavat sanavaraston hallinta, fonologinen tietoisuus (ts. kyky jakaa puhetta erikokoisiksi yksiköiksi ja rakentaa näistä yksiköistä kokonaisuuksia) ja painettuun kieleen liittyvät taidot, kuten kirjaintuntemus.

Toiminnanohjausta taas käytetään yläkäsitteenä, jonka alle sijoittuu erilaisia kognitiivisia prosesseja. Kolme keskeisintä toiminnanohjauksen aluetta ovat työmuisti, inhibitio ja kognitiivinen joustavuus. Motivationaaliset tekijät puolestaan pitävät sisällään muun muassa kyvykkyyksäkäsitykset, oppimiseen liittyvät tavoitteet ja motivationaaliset tunteet matematiikkaa kohtaan. Oppimisympäristötekijöillä Mononen ym. tarkoittavat sekä koti- että kouluympäristöä ja niiden vaikutusta lapsen matemaattisten taitojen oppimiseen.

Israelilaistutkijat Algani ja Eshan (2019, 181-182) ovat luokitelleet matemaattiseen suoriutumiseen yhteydessä olevat tekijät viiteen lohkoon: 1) oppilaaseen liittyvät tekijät (kuten henkiset kyvyt, terveys, psykologinen tila ja sosiaalinen sopeutuminen), 2) opettajaan liittyvät tekijät (kuten tieteellinen pätevyys, opetuskokemus ja sopivat opetusmenetelmät), 3) opetussuunnitelmaan liittyvät tekijät (kuten tavoitteiden selkeys, tieteellisen materiaalin esittely, opiskelijoiden vuorovaikutus sisällön kanssa ja kyky mitata kognitiivista suorituskäytännöä), 4) kouluun liittyvät tekijät (kuten luokkaympäristö, infrastruktuuri sekä

fasiliteettien ja tieteellisten laboratorioiden saatavuus) sekä 5) perheeseen liittyvät tekijät (kuten sosiaalinen vakaus, taloudellinen tilanne sekä tieteellinen ja kulttuurinen taso).

Käyttämistäni tutkimuksista uusin on Kosolan (2023) väitöskirjatutkimus, jossa hän on Alganin & Eshanin (2019), Gearyn ym. (2020), Gillumin (2014), Heinosen (2005), Joutsenlahden & Vainionpään (2010) sekä Räsäsen ym. (2004) tutkimusten tuloksia mukaillen laatinut yksinkertaistetun mallin matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. Malli on esitetty kuviossa 2. Siinä matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät on jaettu oppilaaseen liittyviin tekijöihin ja ympäristöön liittyviin tekijöihin. Tämä jako mukailee tavallaan myös Tynjälän (2004), Salmisen (2015), Halisen ym. (2016) sekä Monosen ym. (2017) tekemiä jakoja. Kosolan mallissa oppilaaseen liittyvät tekijät pitävät sisällään kognitiivisia, affektiivisia ja fyysisiä tekijöitä. Ympäristöön liittyviksi tekijöiksi puolestaan lasketaan opettaja, koulu ja luokka, toiset oppilaat, koti, opetussuunnitelma sekä oppikirja.



Kuvio 2. Matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät (Kosola 2023, 67).

Koska Kosolan (2023) laatima malli on edellä kuvatuista luokitteluista tuorein ja samalla moniin aikaisempiin luokitteluihin perustuva, käytän sitä teoreettisen viitekehysten rakenteellisena apuna, kun seuraavaksi lyhyesti esittelen oppimiseen vaikuttavat tekijät ja niiden vaikutukset matematiikan oppimiseen. Esittelyssä hyödynnän silti myös muiden kuvattujen luokittelujen sisältämiä alaluokkia.

3.2.2 Matematiikan oppimiseen vaikuttavat oppilaaseen liittyvät tekijät tutkimuskirjallisuudessa

Aloitin esittelyn oppilaaseen liittyvistä tekijöistä. Niillä tarkoitan tässä tutkimuksessa kaikkia oppijaan itseensä liittyviä tekijöitä.

Kognitiiviset tekijät

Kuten jo alaluvussa 3.1 totesin, oppiminen perustuu muutoksiin aivojen rakenteessa ja toiminnassa. Kognitiivisilla tekijöillä tarkoitetaan aivojen toimintaan liittyviä tiedonkäsittelyyn vaadittavia tekijöitä. Ne voidaan jakaa oppiainekohtaisiin ja yleisiin kognitiivisiin taitoihin. (Kosola 2023, 67.) Oppiainekohtaisilla taidoilla viitataan tässä tutkimuksessa erityisesti matematiikan oppimiseen liittyviin taitoihin, kun taas yleiset kognitiiviset taidot viittaavat yleisesti kaikkeen oppimiseen vaikuttaviin taitoihin.

Oppiainekohtaisista taidoista erityisen tärkeitä matematiikan oppimiseen liittyviä taitoja ovat niin kutsutut keskeiset matemaattiset taidot. Ne ovat matematiikan perustaitoja, jotka lapsi oppii pääsääntöisesti alle 8-vuotiaana (ks. Mononen ym. 2017). Osa näistä taidoista on synnynnäisiä (Kosola 2023, 74). Loewenberg Ballin ym. (2005, 1057) mukaan erityisyys perustuu siihen, että keskeiset matemaattiset taidot tarjoavat pohjan korkeamman tason matematiikan oppimiselle (ks. myös Aunio & Räsänen 2015, 1).

Aunio ja Räsänen (2015, 1, 2) mukaan keskeiset matemaattiset taidot muodostuvat neljästä taitoryppästä, jotka ovat lukumääräisyyden taju (ts. lukumäärien ja niiden erojen arviointi), laskemisen taidot (ts. lukusanan, numeromerkin ja lukumäärän yhdistämiseen sekä lukusanojen luuttelemiseen ja lukujonoihin liittyvät taidot), matemaattisten suhteiden hallinta (ts. vertailu, luokittelu, järjestykseen asettaminen, matemaattiset symbolit, aritmeettiset periaatteet ja kymmenjärjestelmä) ja aritmeettiset perustaidot (ts. peruslaskutoimitusten hallinta). Koska uuden oppimisessa oppijan aikaisemmillä tiedoilla ja ennakkokäsityksillä on merkittävä rooli (ks. esim. Lilja 2002, 26–27), keskeisiin matemaattisiin taitoihin voidaan sisällyttää myös aikaisemmin opitut matematiikan sisällöt (Kosola 2023, 75).

Yleiset kognitiiviset taidot mahdollistavat oppimiseen vaadittavan tiedonkäsittelyn.

Tiedonkäsittelyn kolmivaiheinen prosessi jaetaan tiedon keräämisen, tiedon työstämisen ja tiedon tuottamisen vaiheisiin. Ensimmäisessä vaiheessa kerätään tarvittavaa tietoa varsinaisen tehtävän suorittamiseksi tai työskentelyprosessin aloittamiseksi. Tässä vaiheessa korostuvat

havainnointi, aistien käyttö ja kielelliset työkalut⁴ tiedon keräämisen välineinä. Tiedon työstämisen ja tutkimisen vaiheessa kognitiivisista toiminnoista aktivoituvat analysointiin, päättelyyn ja suhteiden projisointiin liittyvät toiminnot. Tiedon tuottamisen vaiheessa puolestaan korostuu kielen ja itsesäätelyn merkitys. (Halinen ym. 2016, 60–62.)

Ajattelun ja tiedonkäsittelyn toimintoja ohjaamaan tarvitaan useita itsenäisiä, mutta samaan aikaan myös toisistaan osin riippuvaisia järjestelmiä, joista jokainen on erikoistunut tietentyypisten sisältöjen prosessointiin (Halinen ym. 2016, 53, 55). Yläkäsitteenä erilaisille kognitiivisille toiminnoille käytetään usein käsitettä toiminnanohjaus. Sen tehtävänä on huolehtia muiden kognitiivisten toimintojen sekä käyttäytymisen ohjaamisesta, kontrolloimisesta ja koordinoimisesta. Se auttaa oppijaa muun muassa pohtimaan vaihtoehtoja ennen toimintaa ja pysymään keskittyneenä. (Mononen 2019, 5.)

Kuten jo alaluvussa 3.2.1 sivuttiin, toiminnanohjauksen kolme oleellista osa-aluetta ovat työmuisti, inhibitio ja kognitiivinen joustavuus (ks. myös Kosola 2023, 68; Mononen 2019, 5). Toiminnanohjauksen ensimmäinen osa-alue, työmuisti, on muistijärjestelmän osa, joka on keskittynyt tiedon lyhytkestoiseen varastointiin ja aktiivisen käsittelyyn. Siinä ylläpidetään tehtävän kannalta keskeiset tiedot ja suoritetaan matemaattinen tehtävä. (Kyttälä & Kanerva 2018, 220–223.) Yksilöiden, joilla on alhainen työmuisti, on vaikea säilyttää muistissa tehtävän vaatimaa tarpeellista tietoa (Kosola 2023, 69).

Toiminnanohjauksen toisella osa-alueella, inhibitiokyvyllä, tarkoitetaan käyttäytymisen ja reaktioiden säätelykykyä. Erityisesti se yrittää ennakoida ja estää virheellisen tai epäolennaisen toiminnan. Inhibitiokyky auttaa oppijaa olemaan välittämättä erilaisista sisäisistä tai ulkoisista häiriötekijöistä. Toisaalta se myös pyrkii reagoimaan toimintaan silloin, kun häiriötekijä on jo havaittu. (Kosola 2023, 70.)

Toiminnanohjauksen viimeinen osa-alue, kognitiivinen joustavuus, tarkoittaa sitä, että yksilö pystyy mukautumaan joustavasti muuttuviin olosuhteisiin. Sen avulla yksilö pystyy ylläpitämään ja uudelleensuuntaamaan tarkkaavaisuutta (ts. huomion kiinnittämistä asiaan), mikä on oleellinen taito, kun laskutoimitukset ja -strategiat vaihtuvat ja kun tarvitaan

⁴ Kielen nähdään sisältävän puhutun ja kirjoitetun kielen lisäksi kuvat, ilmeet, eleet sekä myös muun muassa matematiikan symbolikielen. Matematiikan opiskelussa kieli toimii ajattelun, tiedonhankinnan, tiedonvälittämisen ja vaikuttamisen välineenä. Sen avulla oppija jäsentele ajatteluaan ja välittää sitä myös muille. (Joutsenlahti 2003.) Kieliongelmat voivat vaikuttaa laaja-alaisesti oppijan toimintakykyyn, osallistumiseen ja vuorovaikutukseen. Ne voivat näkyä esimerkiksi puheen tuottamisessa ja ymmärtämisessä, lukemisessa sekä luetun ymmärtämisessä. (Kosola 2023, 73.)

keskittymistä työn alla oleviin tehtäviin. (Kosola 2023, 71–72.) Tehtäviä tehdään yleensä ympäristössä, jossa on paljon erilaisia ärsykejä. Tästä syystä on tärkeää osata sulkea epäoleelliset ärsykkeet ulkopuolelle ja suunnata tarkkaavaisuus tehtävän kannalta oleellisiin asioihin. (Halinen ym. 2016, 56.)

Kun puhutaan yleisistä kognitiivisista taidoista, ei sovi unohtaa myöskään yleistä älykkyyttä. Latvalan, Silventoisen ja Vuoksimaan (2020) mukaan sillä tarkoitetaan yleistä kognitiivista kyvykkyyttä eli yksilön kykyä suoriutua hyvin monenlaisista tiedonkäsittelytehtävistä.

Affektiiviset tekijät

Halisen ym. (2016, 30) mukaan jokainen oppija lähestyy oppimistilannetta oman sisäisen maailmansa näkökulmasta. Oppijan sisäiseen maailmaan kuuluvat muun muassa hänen rakentamansa tiedot, käsitykset, tunteet ja arvot. Näistä tekijöistä voidaan puhua myös niin kutsuttuina affektiivisina tekijöinä.

Hannula ja Holm (2018, 132) käyttävät matematiikan oppimiseen vaikuttavista affektiivisista tekijöistä käsitettä oppijan matematiikkakuva. Kuten jo luvussa 2 määrittelin, se sisältää matematiikkaan liittyvän tiedon lisäksi sekä oppimisen tunteellisia tekijöitä kuten asenteita, uskomuksia ja tunteita, että motivationaalisia tekijöitä kuten arvostusta ja motivaatioon liittyviä tekijöitä. Matematiikkakuva toimii ohjausjärjestelmänä oppijan matemaattisessa käyttäytymisessä. Se ja oppiminen kulkevat kehää: yksilön kokemukset matematiikan oppimistilanteista vaikuttavat hänen matematiikkakuvansa muodostumiseen, ja matematiikkakuva puolestaan vaikuttaa yksilön käyttäytymiseen hänen kohdatessaan uusia matematiikan oppimistilanteita. (Pehkonen 1995, 21.)

Hannulan ja Holmin (2018, 139) sekä Aunolan ja Nurmen (2018, 54) mukaan kenties tärkein oppijan matematiikkakuvan osa-alue, joka selittää oppijan käyttäytymistä ja matematiikkaan orientoitumista, on motivaatio. Sillä viitataan arkikielessä yleensä haluun saavuttaa jokin tavoite (Halinen ym. 2016, 83). Siihen sisältyy se, mitä oppija haluaa, mitä hän pitää tärkeänä ja minkälaisia valintoja hän tekee. Aunolan ja Nurmen (2018, 61) mukaan oppimismotivaatiolla voidaan tarkoittaa sekä yleistä suhtautumistapaa oppimistilanteisiin että tiettyyn oppiaineeseen liittyvää kiinnostusta tai ahdistuneisuutta. Lehtisen, Vauraan ja Lerkkasen (2016, luku 7.1) mukaan motivaatiojärjestelmä virittää, ohjaa ja ylläpitää oppijan toimintaa.

Motivaation lisäksi myös uskomukset matematiikasta, itsestä matematiikan oppijana ja käyttäjänä sekä matematiikan opettamisesta ja oppimisesta vaikuttavat matematiikan oppimiseen voimakkaasti. Etenkin oppijan uskomukset itsestään ovat keskeisessä asemassa oppimisen kannalta. (Kosola 2023, 77.) Bandura (2012, 18) käyttää näistä omiin kykyihin liittyvistä uskomuksista nimitystä minäpystyvyys, ja määrittelee sen yksilön luottamukseksi kykyynsä organisoida ja toteuttaa toimintaa tai ratkaista tehtäviä. Minäpystyvyys vaikuttaa suuresti muun muassa yksilön uusiin haasteisiin suhtautumiseen, suoriutumiseen, valintoihin, ponnistelujen määrään, sinnikkyuteen, epäonnistumisista selviytymiseen, ahdistuneisuustasoon sekä pyrkimykseen saavuttaa asetettu tavoite (Lutovac 2014, 56). Jos oppijan käsitys itsestään oppijana on myönteinen, hän luottaa mahdollisuuksiinsa ja suhtautuu uusiin tehtäviin rohkeasti (Halinen ym. 2016, 30). Vastaavasti kielteinen käsitys itsestä oppijana heikentää luottamusta ja saa oppijan suhtautumaan uusiin tehtäviin epäroiden.

Polyan (2004, 93) mukaan päättäväisyys ja toiveikkuus sekä Masonin, Burtonin ja Stacey'n (2010, 115) mukaan myös oivaltamisen ilo ovat olennaisia osia matemaattisessa ongelmanratkaisussa, joten siksi oppimiseen vaikuttavia tekijöitä tutkittaessa on välttämätöntä tutustua myös matematiikkaan liittyviin tunteisiin (ks. myös Hannula & Holm 2018, 134). Pekrunin (2006, 317) mukaan tunteita syntyy etenkin sellaisissa tilanteissa, jotka liittyvät yksilön onnistumisiin, epäonnistumisiin tai suoriin oppimisaktiviteetteihin, kuten kotitehtävien tekemiseen ja opetukseen. Ne ilmenevät fysiologisina, kognitiivisina, affektiivisina, motivationaalisina ja ilmaisullisina muutoksina yksilön tilassa (Hannula & Holm 2018, 137–138; Kosola 2023, 78) ja toimivat ihmisen ajattelun säätelijöinä (Hannula & Holm 2018, 134). Koska tunteet vaikuttavat kognitiiviseen prosessointiin, vaikuttavat ne täten myös tarkkaavaisuuteen ja muistiin (Lutovac 2014, 57; ks. myös Kosola 2023, 78).

Myönteisten tunteiden avulla itseluottamus ja usko minäpystyvyydestä oppijana kasvavat. Oppija innostuu ja sitoutuu. Poissaolojen määrä vähenee. (Segler-Heikkilä 2023.) Negatiiviset tunteet sen sijaan näyttävät esimerkiksi Meece'n, Wigfieldin ja Ecclesin (1990, 68) mukaan selittävän matematiikan välttelyä. Pahimmillaan negatiivisista tunteista voi seurata hankalaa matematiikka-ahdistusta, joka estää oppijaa toimimasta tilanteissa, joissa hänen täytyisi kohdata matematiikkaa (ks. esim. Hannula & Holm 2018, 134–135). Tämä johtuu siitä, että oppijan työmuisti ja matemaattiset prosessit häiriintyvät pelkojen ja ahdistuksen vuoksi (Hannula & Holm 2018, 135; Kosola 2023, 79).

Motivaation, uskomusten ja tunteiden lisäksi matematiikkakuvaan ja sitä kautta oppijan matematiikan oppimiseen vaikuttaa myös oppijan matematiikka-asette. Se on yhteydessä muun muassa oppijan matematiikan tehtävien suorittamiseen vaadittavaan sinnikkyyteen (Hannula & Holm 2018, 135) sekä muutoin matematiikan parissa vietettyyn aikaan (Pietilä 2002, 62).

Fyysiset tekijät

Fyysisillä tekijöillä tarkoitetaan yleisesti kehoon liittyviä tekijöitä. Oppimisen näkökulmasta tärkeitä fyysisiä tekijöitä ovat esimerkiksi aivojen muovautuvuus ja ihmisen aistit; näkö, kuulo, tunto, haju ja maku; jotka kytkevät oppijan itsensä ulkopuolella olevaan maailmaan. Aistit siis antavat meille tietoa ulkomaailmasta ja ovat täten tärkeä osa yksilön tiedonkäsittelyprosessia (Ahtola 2016, 29.) etenkin havainnointia vaativassa tiedon keräämisen vaiheessa (Halinen ym. 2016, 60–62).

3.2.3 Matematiikan oppimiseen vaikuttavat ympäristöön liittyvät tekijät tutkimuskirjallisuudessa

Oppimiseen vaikuttaa oppijaan itseensä liittyvien tekijöiden lisäksi myös oppimisen konteksti, oppimisympäristö (Koli 2022; Rauste-von Wright 2003, 54–56). Sillä tarkoitetaan sitä fyysistä ja sosiaalista ympäristöä, jossa oppiminen tapahtuu (Salminen & Suhonen 2008, 11). Oppimisympäristöön voidaan sisällyttää kaikki oppijan ympärillä olevat oppimistilat, -paikat, -yhteisöt ja -toimintakäytännöt (Kosola 2023, 81). Esimerkiksi oppimisilmapiiri, opettaja, kanssaoppijat, ystävät, sukulaiset, vanhemmat ja käytössä olevat opetusmenetelmät ovat ympäristöön liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat oppimiseen (Koli 2022; Pehkonen 1995, 23). Tässä alaluvussa esittelen näitä tekijöitä ja niiden vaikutuksia matematiikan oppimiseen.

Opettaja

Opettajalla ja opettajan toiminnalla on todettu olevan suuri vaikutus oppilaan matematiikan oppimiseen. Kosolan (2023, 81–82) mukaan opettaja vaikuttaa oppimiseen muun muassa pedagogiikkansa, uskomustensa, taitojensa, tietojensa, innostuksensa, kiinnostuksensa, käytänteidensä ja oppilaalle antamansa huomion välityksellä (ks. myös alaluku 2.3). Myös opettajan persoonallisuudella (Lilja 2002, 60) ja työkokemuksen määrällä (Bakaga's 2011, lähteessä Kosola 2023, 81–82) on havaittu olevan yhteyttä oppilaiden oppimiseen.

”Hyvän” opettajan, ja täten myös hyvän oppimisen edistäjän, kriteereistä on keskusteltu paljon. Muun muassa Kaasila (2007, 236) on tutkimuksessaan kuvannut hyvän matematiikan opettajan ominaisuuksiksi kannustavaa suhtautumista oppilaisiin, opetuksen tekemistä mielenkiintoiseksi ja haasteelliseksi sekä oppisisältöjen selittämistä riittävän selkeästi.

”Huonon” opettajan ominaisuuksiksi hän on puolestaan todennut sen, jos opettaja ei vaivaudu selittämään kaikkia asioita riittävän selvästi, opettaja nolaa oppilaan julkisesti (ks. myös Heikkilä ym. 2012, 217), opettaja ei perustele, mitä merkitystä tietyillä oppisisällöillä on, opettaja ei osaa tehdä opetettavaa sisältöä mielenkiintoiseksi tai opettaja ei kohtele oppilaitaan tasapuolisesti, vaan suosii parhaiten menestyviä. Tossavainen ja Leppäaho (2018, 303) ovat lisänneet omaan hyvän opettajan kriteerilistaukseensa myös täsmällisen kielenkäytön, laskemisen perustekniikoiden hallinnan, työrauhan takaamisen sekä ahkeran harjoittelun, luovan ajattelun, soveltamisen ja ongelmanratkaisun mahdollistamisen. Lon (2021, 803) tutkimustulosten mukaan hyvän matematiikan opettajan olisi lisäksi hyvä olla tunnollinen, kärsivällinen, sinnikäs ja innostunut. Kosola (2023, 178) toteaa, että opettajan toivotaan myös varmistavan oppimisen ja huomaavan osaamisen.

Pietilä (2002, 41–42) on listannut oppilaiden ymmärtämistä edistäviä opetuksellisia seikkoja. Niitä ovat esimerkiksi 1) käytännönläheisyys ja tutut sisällöt (ks. myös Kupari & Hiltunen 2018, 50; Lilja 2002, 28; Pourdavood & Liu 2017, 5), 2) havainnollistamisvälineet, 3) peruskäsitteistä lähteminen, 4) omasta ajattelusta kirjoittaminen tai ääneen kertominen (ks. myös Joutsenlahti 2003: kielentäminen), 5) oman oppimisen tarkkaileminen ja seuraaminen, 6) oppilaiden aktiivisuuden perustuvat oppilaskeskeiset opetusmenetelmät ja 7) oppimisen perustuminen oppilaiden aikaisempiin kokemuksiin. Segler-Heikkilä (2023) puolestaan on ikään kuin tiivistänyt kaikki edellä mainitut hyvän opettajan kriteerit todetessaan ammattitaitoisen opettajan osaamisen koostuvan kolmesta päätekijästä: opettajan henkilökohtaisista ominaisuuksista ja olemuksesta, opettajan pedagogisesta osaamisesta (kuten menetelmistä, vuorovaikutustaidoista ja motivoituvuudesta) sekä opettajan eettisistä periaatteista ja arvoista (kuten käytöksestä sekä suhteesta työhön ja oppijoihin).

Näiden tekijöiden lisäksi hyvän matematiikan opettajan oletetaan tietävän ja taitavan tiettyjä asioita itse matematiikasta (Krzywacki & Portaankorva-Koivisto 2018, 280), koska myös opettajan teoreettisella ymmärryksellä on havaittu olevan merkitystä oppilaan oppimiselle (Kosola 2023, 81). Opettajan vahvan oppisisältötiedon on nähty mahdollistavan opetuksen, jossa painotetaan ongelmanratkaisua, toiminnallisuutta, ymmärtävää oppimista ja matemaattista pohdintaa (Fennema & Franke 1992, 149–151 lähteessä Pietilä 2002, 34).

Puutteellisen matematiikkatietämyksen sen sijaan on todettu häiritsevän esimerkiksi luokkahuoneen vuorovaikutusta (Kim ym. 2023, 75; Stoehr 2017, 130). Ei siis ole ihme, että tutkimusten (mm. Fennema & Franke 1992, 148) mukaan opettajan heikkoja matemaattisia taitoja onkin usein pidetty syynä oppilaiden huonoon matematiikan osaamiseen (Pietilä 2002, 34).

Barrowsin (1998, 43–45 lähteessä Lilja 2002, 39) mielestä opettajalla täydellistä sisällöllistä asiantuntemusta tärkeämpi taito on kuitenkin hyvä ohjaustaito. Tutkimusten perusteella opettajan ohjauksen tyypillä, määrällä ja laadulla onkin todettu olevan ratkaiseva rooli oppijan oppimis- ja ongelmanratkaisuprosessien onnistumisessa (Fadlelmula 2022, 48). Opettajan tehtävä ei nimittäin ole toimia vain tiedon jakajana, vaan hänen roolinsa on toimia oppilaiden neuvonantajana ja ohjata oppimista esimerkiksi kysymysten, matemaattisten keskustelujen ja palautteen avulla (Lilja 2002, 28, 39; ks. myös Fadlelmula 2022, 34).

Opettajan oppilaalle antama henkilökohtainen palaute ja huomio voivatkin osaltaan tukea matematiikan oppimista (Kosola 2023, 83). Erityisesti ne vaikuttavat oppijan itsetuntoon, sillä Ahon (1997, 40–41) mukaan opettajan antama verbaalinen ja ei-verbaalinen palaute vaikuttavat siihen, millaiseksi oppilas arvioi itsensä. Monipuolinen, rohkaiseva ja realistinen palaute on keskeinen osa luottamusta vahvistavaa ja oppimista tukevaa vuorovaikutusta (Opetushallitus 2014, 9).

Tutkimusten (mm. Dove, Montague & Hunt 2021, 41; Oppermann & Lazarides 2021, 1) mukaan tärkeää on myös opettajan yksilöllinen tuki ja välittävä asenne. Ne mahdollistavat oppilaalle matematiikan oppimisen ilon ja kiinnostuksen matematiikkaa kohtaan. (ks. myös Kim ym. 2023, 75; Kosola 2023, 82.) Koska jokaisella oppilaalla on oma tyyliensä opiskella, oppilaan oman oppimistyylin tunnistaminen onkin opettajan kannalta tärkeää, jotta hän pystyy järjestämään luokkaan parhaan mahdollisen tuen ja suotuisan oppimisympäristön. (Hannula & Holm 2018, 133; Lilja 2002, 55.)

Opettajan tehtävä on luoda ympäristö, jossa vuorovaikutus ja yhteistyö, yrittäminen ja erehtyminen, kysyminen ja ihmettely sekä yhteinen tiedon rakentaminen ovat mahdollisia (Halinen ym. 2016, 33). Cobbin ym. (1989, 128) mukaan tekemisen ja yrittämisen korostaminen oikeiden tai väärin vastausten sijaan lisää intoa luokassa (ks. myös Hannula & Holm 2018, 142). Jos opettaja reagoi väärin vastauksiin toistuvasti negatiivisesti, yleensä myös oppilaat suhtautuvat niihin samaan tapaan. Tainion ja Laineen (2015, 16) tutkimuksen mukaan opettajan reagoititapa väärin vastauksiin nimittäin tarttuu oppilaisiin.

Koulu ja luokka

Opettajan lisäksi koulussa oppimiseen vaikuttaa myös muu koulutusympäristö kuten itse koulu ja sen luokkahuone (Hienonen 2020, 32). Ensinnäkin se, miten koulua hallitaan, vaikuttaa ainakin välillisesti oppilaiden matematiikan oppimiseen. Koulun rehtorilla on tulosvastuu koulun taloudesta ja sen myötä myös tulosvastuun edellyttämää päätösvaltaa vaikuttaa koulun henkilöstön toimiin ja matematiikan opetuksen resursseihin (Lilja 2002, 44, 47). Näin hän pystyy vaikuttamaan muun muassa opettajien valintaan, opetusohjelman tavoitteisiin ja painotuksiin; opettajan käyttämiin opetusmenetelmiin, materiaaleihin ja resursseihin; arviointiin, muistiinpanoihin ja raportointimenettelyihin; ajan ja luokan hallintaan sekä sisältöön, fyysisiin olosuhteisiin, luokan henkilösuhteisiin ja integraatioon (Lilja 2002, 49–50).

Hallinnolla on merkitystä myös opiskeluryhmien muodostumisen suhteen. Kouluissa oppilaspopulaatiot jaetaan opiskeluryhmiin luokka-asteen, luokan ja joskus myös tilapäisen oppimisen mukaan. Luokan koko ja kokoonpanon piirteet ovat kontekstuaalisia tekijöitä, jotka edelleen vaikuttavat elämään ja oppimiseen luokkahuoneessa. (Hienonen 2020, 23, 25, ks. myös Lilja 2002, 54, 56.) Kun puhutaan luokkakoosta, viitataan yleensä opettajan tiettyinä ajankohtana opettamien oppilaiden todelliseen lukumäärään. Lukumäärä vaikuttaa oppimiseen monin eri tavoin. Yleisesti on todettu, että pienemmät luokkakoot mahdollistavat opettajille paremman opetuksen laadun. (Hienonen 2020, 24.) On myös näyttöä (esim. Blatchford, Bassett & Brown 2011, 728) siitä, että etenkin heikoimmin menestyvät ja heikoimmassa asemassa olevat oppilaat hyötyvät pienemmistä luokista enemmän kuin toiset. Toisaalta myös lahjakkaat oppilaat ovat hyötynet luokkakoon pienentämisestä. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että mitä enemmän luokassa on oppilaita, sitä enemmän luokassa on myös mahdollisia häiriötekijöitä ja sitä vähemmän opettajalla on aikaa henkilökohtaiseen vuorovaikutukseen ja yksilöopetukseen. (Hienonen 2020, 28.)

Kuten jo totesin, luokkakoon lisäksi oppimiseen luokassa vaikuttaa myös ympäröivän luokan kokoonpano. Tällä tarkoitetaan luokan oppilaiden ominaisuuksia, joita ovat muun muassa ennakkotiedot, oppimisvalmiudet, motivaatio, sosioekonominen tausta, sukupuoli ja koulunkäynnin tuen tarpeen määrä. (Hienonen 2020, 24, 33.)

Toisinaan oppilaat jaetaan opiskeluryhmiin esimerkiksi opinnoissa menestymisen, erityistarpeiden ja lahjakkuuden perusteella. Tällainen taitotasoryhmittely on tarkoitettu luomaan homogeenisiä oppilasryhmiä, jotta opetusta voidaan paremmin mukauttaa tietyn

oppilasryhmän tarpeisiin. Paremmiin suoriutuvien oppilaiden kohdalla tämän on ajateltu ylläpitävän mielenkiintoa, kun oppimistavoitteet ovat riittävän korkeat. Heikommin suoriutuvien oppilaiden kohdalla tämän on taas ajateltu kannustavan heitä yrittämään parhaansa ilman epäonnistumisen pelkoa ja vertailua paremmiin suoriutuviin oppilaisiin. Tällaista tasoryhmittelyä on kuitenkin myös kritisoitu. On tehty tutkimuksia siitä, että paremmiin suoriutuvien oppilaiden ryhmään kuuluminen kyllä vaikuttaa positiivisesti ryhmän oppilaiden opintomenestykseen, mutta tilanne on usein päinvastainen heikommin suoriutuvien oppilaiden ryhmässä. (Hienonen 2020, 30–31.) Aunolan ja Nurmen (2018, 65) mukaan tasoryhmissä on havaittu se eriyttämisen ongelma, että lapset ovat yleensä nopeasti huomanneet sen, millä perusteella eri ryhmät on koottu. Bekdemirin (2010 lähteessä Kim ym. 2023, 75) mukaan tasoluokittelut sekä käsitykset erinomaisista ja tavallisista matematiikan oppijoista ovat aiheuttaneet turhautumista ja ahdistusta oppilaiden keskuudessa. Vertaaminen on saattanut aiheuttaa vertaispainetta ja kokemuksia epätasa-arvoisista mahdollisuuksista. Wilkinsonin, Parrin, Fungin, Hattien ja Townsendin (2002, 526) mukaan luokassa opiskelevat luokkatoverit muodostavatkin oppilaan normatiivisen vertailuryhmän, jonka avulla hän identifioi itsensä. Kuva itsestä matematiikan oppijana muodostuu luokkatovereihin vertaamisen seurauksena (Kosola 2023, 85; ks. myös Hienonen 2020, 34).

Toiset oppilaat

Luokan koon ja kokoonpanon lisäksi yksilön oppimiseen luokassa vaikuttavat myös siellä olevien oppilaiden välinen vuorovaikutus ja tunneilmapiiri. Jos toiset oppilaat kohtelevat oppijaa ystävällisesti, avuliaasti ja hyväksyvästi, oppija haluaa todennäköisesti panostaa opiskeluunsa. (Kosola 2023, 86.) Sallivassa ja avoimeen vuorovaikutukseen pyrkivässä luokassa oppilas voi kokea olevansa arvostettu, mikä vaikuttaa positiivisesti hänen itsetuntoonsa (Pietilä 2002, 9) ja oppimiseensa. Luokissa, joissa ilmapiiri on positiivinen, uskalletaan myös pyytää enemmän apua, kun taas negatiivisen ilmapiirin luokissa istutaan yksin tai koetaan epäonnistumisia ilman oppimista edistävän tuen saamista (Kosola 2023, 82–83).

Luokassa oppilaat voivat myös hyödyntää toisiaan oppimisessa. On todettu (mm. Boud, Keogh & Walker 1985, 8), että ongelmanratkaisu luokkahuonekeskustelujen avulla auttaa oppilaita jakamaan strategioita, havaintoja ja oivalluksia keskenään. Kun ryhmässä itse kukin perustelee käsityksiään ja ratkaisujaan, tämä luo pohjaa sekä muilta oppimiselle että myös omien ajatusprosessien ennako-oletusten ja itsestään selvien asioiden kyseenalaistamiselle

(Rauste-von Wright ym. 2003, 61; ks. myös Hienonen 2020, 34). Vygotskyn (1978) mukaan vuorovaikutus etenkin taitavampien ikätovereiden kanssa voi edistää oppimista (Hienonen 2020, 34). Toisaalta Viron ja Joutsenlahden (2020, 129) mukaan taitavampi oppilas saattaa kokea heikot oppilaat taakkana omassa oppimisessaan. Tutkijoiden mukaan onkin ensiarvoisen tärkeää muodostaa sellaisia opiskeluryhmiä, joissa oppilaat voivat tukea ja innostaa toisiaan oppimaan lisää eikä kukaan ryhmän jäsenistä toimi ryhmässä niin kutsuttuna ”vapaamatkustajana” (Fadlelmula 2022, 44).

Koti

Kouluympäristön ulkopuolella oppimiseen vaikuttaa yhtenä tekijänä koti. Guinosson, Johnsonin ja Rileyn (2015, 4) malli lapsen kognitiivisen kehityksen riskitekijöistä esittää, että kotiympäristö voi vaikuttaa lapsen kognitiiviseen kehitykseen ja oppimiseen muun muassa lapsen kasvuympäristössä esiintyvien perheen ja elinympäristön turvallisuuteen (kuten perheväkivaltaan), pysyvyyteen (kuten muutoksiin perhesuhteissa) ja taloudellisiin resursseihin (kuten huono-osaisuuteen) liittyvien riskien kautta (ks. myös Aunola, Heinonen & Leppänen 2019, 1). Tutkimusten mukaan myös vanhempien sosioekonomisella taustalla, asenteilla, uskomuksilla, tuella, odotuksilla, arvoilla ja matematiikkapuueilla sekä kodin käytänteillä on vaikutusta lapsen matemaattiseen suoriutumiseen (Kosola 2023, 83–85).

Kun puhutaan perheen sosioekonomisen taustan vaikutuksista oppimiseen, puhutaan siitä, millainen merkitys oppimiseen on perheen aineellisella hyvinvoinnilla sekä vanhempien koulutuksella ja yhteiskunnallisella asemalla. Suomessa sosioekonomisen taustan vaikutukset koulumenestykseen ovat olleet kansainvälisesti verrattuna vähäisiä, koska yhteiskunta on muun muassa maksuttoman peruskoulutuksen, kouluruokailun ja neuvolatoiminnan avulla pyrkinyt koulutuksen, ravitsemuksen ja terveydenhuollon puutteiden ehkäisemiseen. (Aunola ym. 2019, 1.) Kuitenkin, jos perheen taloudellinen tilanne on huono, eikä koti pysty tarjoamaan sopivia olosuhteita hyvän kasvun edistämiseksi, lapsella saattaa olla vaikeuksia löytää energiaa keskittymiseen ja oppimiseen (Ahtola 2016). Lisäksi vanhempien koulutustausta on yhteydessä lapsen oppimiseen lapselle annettavan kognitiivisen tuen määrän välityksellä (Sorariutta & Silvén 2018, 17, 20). Tutkimusten mukaan korkeasti koulutetut vanhemmat osallistuvat lastensa oppimiseen ja koulukäyntiin muita herkemmin. He saattavat koulutuksensa ansiosta olla myös tietoisempia koulunkäynnin tukemisen parhaista käytännöistä. (Aunola ym. 2019, 2.) Tuohilammen ja Hannulan (2013 lähteessä Hannula & Holm 2018, 143) tutkimuksen mukaan vähintään ylioppilastutkinnon

suorittaneiden vanhempien lapsilla oppimistulokset ovatkin parempia verrattuna niihin, joiden vanhemmilla ei ole ylioppilastutkintoa tai sitä korkeampaa koulutusta.

Sosioekonomista taustaa olennaisempia tekijöitä lapsen oppimisessa ovat kuitenkin perheen sisäinen vuorovaikutus ja vanhemmuuden piirteet. Vanhempien vanhemmuustyyli näkyy perheessä muun muassa vanhempien tavassa huomioida lapsen tarpeita ja mielipiteitä sekä vanhempien lapselleen osoittamissa tunteissa, äänensävyissä ja kehonkielessä. Lämpimän ja ehdottoman vanhemmuuden on nähty olevan yhteydessä etenkin vahvempaan kouluun sitoutumiseen, hallintasuuntautuneisiin työskentelytapoihin ja sisäiseen motivaatioon. Vanhemmat voivat tukea lastensa oppimista osallistamalla opiskeluun ja koulunkäyntiin myös konkreettisesti esimerkiksi tarjoamalla virikkeitä ja oppimisen mahdollisuuksia, toimimalla mallina ongelmanratkaisutilanteissa sekä auttamalla kotitehtävien tekemisessä. Tärkeää on kuitenkin huolehtia lapsen autonomiasta ja välttää liian kontrolloivaa, tunkeilevaa sekä lapsen itsemääräämisoikeutta rajoittavaa osallistumista, joka voi johtaa lapsen kielteiseen suhtautumiseen kotitehtäviä kohtaan, sisäisen motivaation heikkenemiseen tai heikkoon itsetuntoon, kun lapsi kuvittelee, ettei hän kykene suoriutumaan tehtävistä ilman apua. (Aunola ym. 2019, 2–4, 5–7.)

Vanhempien osallistumisen lisäksi myös vanhempien ajattelutavoilla ja näkemyksillä on havaittu olevan vaikutusta lapsen oppimiseen. Esimerkiksi lapsen oppimiskapasiteettiin liittyvät myönteiset odotukset ja uskomukset tukevat lapsen koulutaitojen sekä lapsen minäkuvan ja motivaation kehitystä joidenkin tutkimusten mukaan jopa enemmän kuin lapsen todelliset oppimistulokset ja koulumenestys. (Aunola ym. 2019, 5, ks. myös Aunola & Nurmi 2018, 65.)

Samaan tapaan kuin lapsen oppimiskapasiteettiin liittyvät uskomukset, myös kodissa tärkeinä pidetyt arvot ja asenteet siirtyvät helposti vanhemmilta lapsille. Hillin ja Tysonin (2009, 758) tutkimuksen mukaan koulunkäyntiin myönteisesti suhtautuvien vanhempien lapset viihtyvät koulussa paremmin kuin lapset, joiden kotoa ei vastaavaa suhtautumistapaa löydy.

Vastaavasti, jos vanhempi arvostaa matematiikkaa ja kokee sen kiinnostavaksi, kiinnostuu lapsikin todennäköisesti matematiikasta ja siihen liittyvästä ongelmanratkaisusta. (ks. myös Aunola ym. 2019, 5–6; Hannula & Holm 2018, 142.)

Opetussuunnitelma ja oppimateriaalit

Opetussuunnitelma on nimensä mukaisesti suunnitelma siitä, miten opetus järjestetään. Siinä on määritelty opetuksen tavoitteet, oppisisällöt, menetelmät ja opetuksen organisointi (Lilja 2002, 12, 14). Täten sekin vaikuttaa osaltaan matematiikan oppimiseen.

Opetussuunnitelmat voidaan jakaa neljään tasoon. On olemassa valtakunnallinen, kuntakohtainen, koulukohtainen ja henkilökohtainen (ts. opettajan oma) opetussuunnitelma. (Lilja 2002, 16.) Ylimmällä tasolla opetusta ohjaa valtakunnallinen opetussuunnitelma eli opetussuunnitelman perusteet. Se koostuu oppiaineiden sisältöjen ja tavoitteiden kuvauksista (Opetushallitus 2025) ja kytkeytyy ympäröivän yhteiskunnan tilanteeseen, kulttuuriin, arvoihin ja ideologioihin työelämän tarpeita unohtamatta (Lilja 2002, 14). Voimassa olevat opetussuunnitelman perusteet korostavat muun muassa oppilaan aktiivisuutta, vuorovaikutusta, opetuksen systemaattista etenemistä, konkretiaa, yhteistoiminnallisuutta, oppilaan ainutlaatuisuutta sekä itseohjautuvuutta (Opetushallitus 2014).

Opetussuunnitelman perusteet toimivat koulun toiminnan ja opetuksen tukena tarjoten yhtenäisen pohjan yksityiskohtaisemmille ja paikalliset tarpeet huomioiville kuntakohtaisille, koulukohtaisille ja henkilökohtaisille opetussuunnitelmille. Täten niiden tavoitteena on myös vahvistaa koulutuksen tasa-arvoa koko maassa. (Opetushallitus 2025.)

Opetussuunnitelmiin liittyvät läheisesti myös oppimateriaalit. Lilja (2002, 13) käsittää ne välineinä, joilla opetussuunnitelmassa määritellyt tavoitteet pyritään saavuttamaan. Lahdes (1997) taas määrittelee oppimateriaalit oppiainesta (ts. opetussuunnitelman edellyttämää asiasisältöä) sisältäviksi tietolähteiksi tai toiminnan kohteina oleviksi aineiksi (Lilja 2002, 40). Heinosen (2005, 30) mukaan oppimateriaalit voivat olla esimerkiksi oppikirjoja, tehtäväkirjoja, opettajan materiaalia tai muita oheismateriaaleja kuten CD-levyjä tai verkkopohjaisia oppimisympäristöjä, ja niiden avulla oppimistilanteita voidaan lisätä myös koulun ulkopuolelle (Joutsenlahti & Vainionpää 2007, 185). Vakiintumattomasta määritelmästä huolimatta oppimateriaalit nähdään kouluarjen ja oppimisen keskeisinä työkaluina. Ne ohjaavat opetus- ja oppimistapahtumaa (Lilja 2002, 40–41) ja sitä kautta myös oppimistuloksia (Joutsenlahti & Vainionpää 2007, 185).

Oppimateriaalit jäsentävät, helpottavat ja nopeuttavat opettajan työtä. Samaan aikaan ne kuitenkin myös yksipuolistavat ja kaavamaisistavat opetusta. 1990-luvun alkupuolelta lähtien Opetushallitus ei ole enää ennakkotarkastanut käytössä olevia oppimateriaaleja, vaan vastuu

niiden sisällöistä on jäänyt tekijöille ja kustantajille. (Joutsenlahti & Vainionpää 2007, 184.) Kun opettaja on sitoutunut oppimateriaalivetoiseen opetukseen, hän on samalla luovuttanut didaktisen vastuunsa oppimateriaalille ja alkanut noudattaa oppimateriaalin tekijän opetussuunnitelmaa (Lilja 2002, 40–41). Joutsenlahden ja Vainionpään (2007, 184) mukaan opettajilla ei aina ole kykyä arvioida käyttämänsä oppimateriaalin laatua, mikä voi osaltaan vaikuttaa myös matematiikan oppimistuloksiin.

Oppimateriaalien sisältöjen tulisi olla oppilaille merkityksellisiä sekä sopivan haastavia, jotta ne mahdollistavat työskentelyn oppilaan lähikehityksen vyöhykkeellä (ks. esim. Hannula & Holm 2018, 139). Oppimateriaaleja, etenkin oppikirjoja, on kuitenkin kritisoitu siitä, että niistä puuttuu käytännönläheisyys. Lisäksi ne sisältävät pikkutarkkaa tietoa ja liian paljon opeteltavia asioita, joita ei kaikkia ehdi käymään läpi rajallisten oppituntien puitteissa. (Lilja 2002, 41.)

4 Aikaisemmat tutkimukset aiheeseen liittyen

Nyt, kun olen esitellyt tutkimusaiheeseeni liittyvän oleellisimman teoriataustan, tarkastelen joitakin tutkimukseeni rinnastettavissa olevia aikaisempia tutkimuksia ja niiden tuloksia. Kuten jo johdantoluvussa totesin, vain pieni määrä aikaisempia tutkimuksia on tarkastellut luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvaa, sen taustalla vaikuttavia kokemuksia hyvästä ja huonosta oppimisesta sekä sitä, mitkä tekijät ylipäättään ovat luokanopettajaopiskelijoiden omien kokemusten mukaan vaikuttaneet matematiikan oppimiseen. Kouluaikaisia matematiikkakokemuksia on kyllä tutkittu, samoin luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuvaa ja sen muodostumista sekä oppimiseen vaikuttavia tekijöitä, mutta näitä tutkimuskohteita yhdistäviä aikaisempia tutkimuksia minun on ollut vaikea löytää.

Löytämistäni tutkimuksista lähimpänä tämän tutkimuksen kontekstia ovat Pietilän (2002) ja Huokuniemen (2021) tekemät tutkimukset. Pietilä (2002) tutki väitöskirjatutkimuksessaan luokanopettajaopiskelijoiden (N = 80) kirjoitelmien avulla heidän matematiikkakuvaansa ja sen kehittymiseen vaikuttaneita matematiikkakokemuksia. Hän selvitti, minkälainen kuva opiskelijoilla oli matematiikasta, sen opettamisesta ja oppimisesta sekä minkälaiset kokemukset olivat vaikuttaneet matematiikkakuvan muodostumiseen. Tulososiossa positiivisiksi kokemuksiksi mainittiin muun muassa laskemisessa onnistuminen ja osaamisen kokemukset, sopivan haasteelliset oppimistilanteet, opettajan toimiminen innostuneena esimerkkinä, pohtimisesta ja ongelmanratkaisusta nauttiminen sekä kodin kannustus ja matematiikka-arvostus. Negatiiviset kokemukset puolestaan liittyivät siihen, että matematiikka ei ollut ollut tarpeeksi haastavaa tai se oli ollut liian vaikeaa; opiskelu oli ollut opettajajohtoista, yksinäistä ja mekaanista kirjatyöskentelyä; opettajalla oli ollut kiire siirtyä aiheissa eteenpäin, ymmärtämiseen ei ollut kiinnitetty huomiota, neuvon kysyjä oli leimautunut tyhmäksi, opiskelija oli kohdannut pettymyksiä ja epäonnistumisia, opiskelija ei ollut ymmärtänyt opettajan selityksiä, opiskelijoita oli vertailtu perheenjäseniin tai toisiinsa, opiskeltavia asioita ei ollut yhdistetty arkielämään, asioita oli pitänyt opetella ulkoa, opiskelija ei ollut saanut myönteistä palautetta, opiskelijaa oli peloteltu matematiikan vaikeudella tai hän oli kohdannut jonkin matematiikkaan liittyvän myytin kuten sen, etteivät kaikki voi oppia matematiikkaa, koska heillä ei ole ”matikkapäätä”.

Huokuniemen (2021) tekemässä tutkimuksessa selvitettiin luokanopettajaopiskelijoita (N = 8) haastatteleamalla, minkälaiset kokemukset olivat olleet yhteydessä matematiikan oppimiseen ja

matematiikkakuvan rakentumiseen peruskoulussa sekä millaisista tekijöistä positiiviset ja negatiiviset matematiikkakokemukset olivat muodostuneet. Tutkimustulosten mukaan matematiikkakokemuksien laatuun olivat vaikuttaneet lähipiirin apu ja matematiikan arvostus, onnistumisen ja epäonnistumisen kokemukset, vertailu- ja kilpailuasetelmat luokkaympäristössä ja ystävien kesken sekä opettajan tuki ja huomiointi. Matematiikan oppimista edistäneiksi oppilaan ominaisuuksiksi tulososiossa mainittiin kärsivällisyys, sinnikkyys, pitkäjänteisyys, hahmottamiskyky, matikkapää, hyvä asenne ja motivaatio. Myös oppilaan tekemiä toistoja ja kertaamista arvostettiin. Sen sijaan, jos oppilaalta oli puuttunut nämä ominaisuudet ja hän oli lisäksi ollut äkkipikainen ja heikko matematiikan taidoiltaan, todettiin sen estäneen matematiikan oppimista.

Hieman erilaisen lähestymistavan aiheeseen valitsivat Kim, Mallat ja Joutsenlahti (2023), jotka tekivät vertaisarvioitujen artikkelien (N = 25) pohjalta systemaattisen katsauksen luokanopettajien matematiikan opetukseen ja oppimiseen liittyvistä näkemyksistä. Heidän tavoitteenaan oli analysoida opettajien näkemysprofiileja vaikuttavien tekijöiden analyysiin perustuen. Katsauksen perusteella luokanopettajien kouluaikana heidän kuvaansa matematiikan opetuksesta ja oppimisesta olivat vaikuttaneet muun muassa opettajien käyttäytyminen, käytetyt opetusmenetelmät, vertaissuhteet, kokeet tai kilpailuympäristöt, henkilökohtaiset ominaisuudet sekä oppiaineen konteksti.

Suomen ulkopuolella tutkimuksen aihetta ovat sivunneet esimerkiksi Ellsworth ja Buss (2000), jotka analysoivat eräässä yhdysvaltalaisyliopistossa alakoulun matematiikan opettajiksi opiskelevien opiskelijoiden (N = 98) omaelämäkertoja selvittääkseen, millaiset kouluaikaiset kokemukset olivat vaikuttaneet heidän käsityksiinsä matematiikasta. Omaelämäkertojen analyysin tuloksena esiin tuli viisi kokemusten syntymiseen ja matematiikkakäsityksiin vaikuttanutta tekijää: 1) opettajat (ja heidän oppilaille antamansa palaute ja arvostus, pätevyys oppilaiden silmissä, asenne sekä käytössä olleet opetusstrategiat), 2) perheenjäsenet (ja heidän taholtaan tullut tuki, kannustus sekä paine), 3) opiskeltavien asiasisältöjen yhteys tosielämän tilanteisiin, 4) liian nopean etenemisen aiheuttama ongelma ymmärtämisen suhteen sekä 5) luokkahuoneopetuksessa käytetyt muistamista vaativat pelit ja leikit.

Erilaisista tutkimusasetelmista huolimatta edellisten tutkimusten tulososioista on löydettävissä joitakin yhteneväisiä havaintoja. Ensinnäkin kaikissa niissä on tuotu esiin opettajan vaikutus oppimiseen. Tutkimustuloksissa on korostettu muun muassa opettajan innostuksen,

etenemistahdin, tuen määrän, huomioinnin, käyttäytymisen, opetusmenetelmien, palautteen antamisen, arvostuksen, pätevyyden ja asenteen merkitystä oppimisen suhteen. Lisäksi kodin ja lähipiirin sekä erilaisten oppimiseen liittyneiden vertailuasetelmien merkitys on mainittu kolmessa neljästä tutkimuksesta. Toki eroavaisuuksiakin löytyy: yhdysvaltalais tutkimuksessa on mainittu ainoastaan oppimisympäristöön liittyviä tekijöitä. Oppilaaseen liittyviä oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ei ole kyseisen tutkimuksen tuloksista löydettävissä. Myös muiden tutkimusten yhteydessä näistä tekijöistä puhutaan suhteessa vähän verrattuna ympäristöön liittyviin tekijöihin.

5 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa kuvaan tutkimukseni toteutusta. Aloitan luvun tutkimuksen tarkoituksen ja tarkempien tutkimuskysymysten määrittelyllä. Tämän jälkeen esittelen tutkimuksessa käytetyn tutkimusaineiston, ja lopuksi käyn läpi aineiston analyysin etenemisen vaihe vaiheelta.

5.1 Tutkimuksen tarkoitus, asetetut tutkimuskysymykset ja lähestymistapa

Tutkimukseni tavoitteena oli valaista luokanopettajaopiskelijoiden opetustyöhön vaikuttavaa matematiikan oppimiskuvaa saadakseni selville, voisiko siitä löytyä osittaista selittäjää heikentyneille matematiikan oppimistuloksille. Tarkoitukseni oli selvittää, mitkä tekijät ja missä määrin luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa oppimiskuvissa vaikuttavat matematiikan oppimiseen edistävästi ja mitkä heikentävästi. Samalla halusin arvioida sitä, miten yhdenmukainen kokemuksiin perustuva matematiikan oppimiskuva on matematiikan oppimiseen liittyvän teorian tiedon kanssa.

Tarkemmat tutkimuskysymykseni olivat:

1. Mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat edistäneet heidän matematiikan oppimistaan?
2. Mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat heikentäneet heidän matematiikan oppimistaan?
3. Mikä näistä matematiikan oppimiseen vaikuttaneista tekijöistä nousee aineistossa määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi?

Yleensä ihmisten kokemuksia tutkivassa tutkimuksessa käytetty lähestymistapa on kvalitatiivinen eli laadullinen (Jyväskylän yliopisto 2025). Tätä lähestymistapaa käytin myös tässä tutkimuksessa. Tavoitteenani oli ymmärtää tutkimuskohteena olevaa ilmiötä, matematiikan oppimiskuvaa, tutkittavien näkökulmasta. Tuomen ja Sarajärven (2018, 173) sekä Juutin ja Puusan (2020a) mukaan laadullinen tutkimus soveltuu tällaisen tavoitteen saavuttamiseen hyvin. Siinä arvostetaan subjektiivisuutta sekä sisäisiä kokemuksia ja niille annettuja merkityksiä (Juhila 2021c).

5.2 Tutkimuksen aineisto

Toisten ihmisten kokemuksia pyritään yleensä tavoittamaan haastatteluiden, kyselyiden tai kertomusten avulla (Jyväskylän yliopisto 2025). Tässä tutkimuksessa käytin tutkimusaineistona luokanopettajaopiskelijoiden kirjoittamia Minä ja matematiikka -esseitä. Esseitä oli yhteensä 41 kappaletta ja niistä muodostui 81 liuskan aineisto (fontin vaihdellessa Aptosin, Arialin, Calibrin ja Times New Romanin välillä fonttikoossa 11–12 pt, rivivälillä 1,15–1,5). En suorittanut aineistonkeruuta itse, vaan kyseessä oli toisen tutkijan aikaisemmin keräämä sekundääriaineisto. Sain esseet käyttöni valmiiksi anonymisoituina ja numeroituina PDF-tiedostoina.

Aineisto oli alun perin tuotettu keväällä 2023. Essee oli ollut erään suomalaisyliopiston luokanopettajaopiskelijoille tarkoitetun Matematiikka ja kasvatusta -opintojakson ensimmäinen tehtävä. Sen kirjoittamiseen oli myönnetty aikaa kaksi viikkoa, ja tehtävänanto esseeseen oli annettu sekä kirjallisesti että suullisesti. Kaikki opintojakson 42 opiskelijaa olivat palauttaneet tehtävän, mutta yksi opiskelijoista ei ollut antanut lupaa käyttää esseitä tutkimuksen aineistona. Tarkempaa tietoa esseen kirjoittajista tai heidän taustoistaan minulla ei ole, mutta esseevastausten perusteella oletan, että kyseessä on ollut hyvinkin heterogeeninen joukko aikuisia luokanopettajaopiskelijoita. Osalla heistä aikaa omista kouluajoista oli kirjoitushetkellä vierähtänyt jo useampi vuosikymmen. Työkokemusta koulumaailmasta osalla oli ollut pitkästi, osalla ei vielä yhtään.

Esseen kirjoitusta oli ohjailtu alkuperäisen tutkijan laatimalla kirjoitusohjeistuksella (ks. liite 1), joka oli sisältänyt ohjeita ja kysymyksiä tutkijaa kiinnostaneista teemoista. Ohjeistuksessa kirjoittajaa oli pyydetty kuvaamaan muun muassa matematiikan henkilökohtaista merkitystä sekä omia kouluaikaisia kokemuksia matematiikasta, matematiikan oppimisesta ja opettamisesta. Kokemuksia oli pitänyt tarkastella myös nykyisen tilanteen näkökulmasta. Tutkimukseeni liittyvään aikaisempaan teoretiseen tutustuessani tein havainnon, että annettu kirjoitusohjeistus on ollut hyvin samankaltainen kuin Krzywackin & Portaankorva-Koiviston (2018, 279) matematiikan opettajille suuntaama tehtävä, jonka tarkoituksena on ollut pohtia omaa opettajuutta ja ammatillista kasvua annettujen teemojen avulla.

Tämän tutkimuksen kannalta esseeohjeistuksen kiinnostavimmiksi kysymyksiksi osoittautuivat kohdan 2. kysymykset, joissa kirjoittajia oli pyydetty kertomaan omista koulutaustoistaan ja kokemuksistaan oppilaina. Erityisen kiinnostava oli kysymys, jossa oli kysytty, miten kirjoittajat olivat oppineet matematiikkaa parhaiten. Vastauksia

tutkimuskysymyksiini totesin löytäväni myös ohjeistuksen kohdan 1. avulla. Siinä kirjoittajia oli ohjeistettu pohtimaan muun muassa sitä, millaisessa oppimisympäristössä matematiikkaa opitaan. Osa vastaajista oli pohtinut tätä oman oppimisensa näkökulmasta. Tällaiset kohdat aineistosta otin mukaan analyysiini. Esseiden kohdat, jotka käsittelivät tutkimuskysymysten kannalta epäolennaisia aiheita, kuten vastaajan käsityksiä matematiikan luonteesta tai kokemuksia, valmiuksia ja tulevaisuutta matematiikan opettajana (ohjeistuksen kohdat 3. ja 4.), rajasin tutkimukseni ulkopuolelle. En ottanut analyysiini mukaan myöskään niitä kohtia, joissa matematiikan oppimista pohdittiin yleisellä tasolla ilman omakohtaisuuteen viittaavia näkemyksiä.

5.3 Tutkimuksen analyysi

5.3.1 Käytetty analyysimenetelmä

Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on systemaattisen analyysin avulla luoda hajanaiseen aineistoon selkeää järjestystä ja tuottaa tällä tavalla uutta tietoa tutkittavasta asiasta (Eskola & Suoranta 1998, 138; Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 136; Puusa 2020). Lyhyesti määriteltyinä laadullisen analyysin voidaankin ajatella olevan aineiston jalostamista käsitteelliseen tai teoreettiseen muotoon (Günther, Hasanen & Juhila 2021).

Kuten edellisessä alaluvussa jo totesin, käytin tämän tutkimuksen aineistona luokanopettajaopiskelijoiden omista matematiikan oppimiskokemuksista kirjoittamia esseekirjoituksia eli kirjallisessa muodossa olevia dokumentteja. Ojasalon ym. (2015, 137) mukaan tällaisten dokumenttien analyysia voidaan tehdä kahdella tavalla: sisältöä analysoimalla tai sisältöä erittelemällä. Näistä suositumman, sisällönanalyysin, avulla dokumenttien sisältöä pyritään kuvaamaan sanallisesti. Nimensä mukaisesti sen avulla analysoidaan sitä, mitä aineisto sisältää. Sisällönerittelyllä eli kvantifioinnilla dokumenttien sisältöä sen sijaan kuvataan numeerisesti. Nämä analyysitavat eivät ole toisiaan poissulkevia. Sanallisesti kuvattua aineistosta voidaan luokittelun tai kategorisoinnin jälkeen tuottaa määrällisiä tuloksia laskemalla esimerkiksi, kuinka monta kertaa jokin sama asia esiintyy aineistossa (Elo, Kajula, Tohmola & Kääriäinen 2022, 218; Eskola & Suoranta 1998, 165–166; Ojasalo ym. 2015, 142; Puusa 2020; Tuomi & Sarajärvi 2018, 135). Myös tässä tutkimuksessa käytin sekä sisällönanalyysia (tutkimuskysymykset 1. ja 2.) että sisällönerittelyä (tutkimuskysymys 3.).

Elon ym. (2022, 216) mukaan laadullisen sisällönanalyysin avulla voidaan analysoida melkein kaikki kirjallisessa muodossa oleva materiaali. Täten uskoen kyseisen analyysimenetelmän sopivan hyvin myös tähän tutkimukseen. Vahvistusta analyysimenetelmän valinnalle toi se, että Elon ym. (2022, 217) mukaan tyypillinen tutkimuskysymys, johon on alettu etsiä vastausta sisällönanalyysin avulla, alkaa kysymyssanalla millainen, mikä tai mitkä. Tämäkin sisällönanalyysin käytön kriteeri täyttyi tämän tutkimuksen kohdalla.

Kuten laadullisissa analyysissa yleensäkin, myös sisällönanalyysissa pyritään monimuotoinen ja runsas aineisto järjestelemään tiiviiseen ja pelkistettyyn muotoon kadottamatta sen sisältämää informaatiota. Analyysin tarkoituksena on informaatioarvon lisääminen, kun aineisto järjestellään mahdollisimman selkeäksi kokonaisuudeksi johtopäätösten tekoa varten. (Elo ym. 2022, 216; Ojasalo ym. 2015, 136, 139; Puusa 2020; Salo 2015, 171; Tuomi & Sarajärvi 2018, 117, 122.) Aineistoa analysoidaan systemaattisesti ja objektiivisesti (Tuomi & Sarajärvi 2018, 117). Osa systemaattisuutta on analyysin vaiheittainen eteneminen. Analyysissa aineisto aluksi hajotetaan osiin, käsitteellistetään ja sitten kootaan uudestaan toisella tavalla loogiseksi kokonaisuudeksi (Ojasalo ym. 2015, 137). Tuomen ja Sarajärven (2018, 104) mukaan ensin on tehtävä vahva päätös siitä, mikä aineistossa kiinnostaa. Sen jälkeen aineisto käydään läpi ja siihen merkitään ne kohdat, jotka sisältyvät kiinnostukseen. Nämä kohdat kerätään yhteen ja erilleen muusta aineistosta. Kerätyt aineistokohdat luokitellaan, teemoitellaan tai tyypitellään. Lopuksi kirjoitetaan yhteenveto. Käytännössä tämä tarkoittaa valmistelu-, analysointi- ja raportointivaiheiden peräkkäistä läpikäymistä (Elo ym. 2022, 215). Seuraavassa alaluvussa kuvaan tarkemmin sitä, miten aineiston analyysi juuri tässä tutkimuksessa käytännössä eteni.

5.3.2 Analyysin eteneminen

Valmisteluvaihe

Elon ym. (2022, 215, 219) mukaan valmisteluvaihe sisältää mahdollisen litteroinnin, aineistoon perehtymisen ja analyysiyksikön valinnan. Tämän tutkimuksen aineisto oli valmiiksi kirjoitetussa muodossa, joten litterointia ei tarvittu. Aloitin analyysin suoraan esseisiin perehtymisestä. Aluksi luin esseet kokonaisuudessaan läpi useaan kertaan, ensin kokonaiskuvan saamiseksi sitten tarkemmin havaintojen tekemiseksi. Huolellinen aineistoon perehtyminen oli välttämätöntä ensinnäkin siksi, että minun täytyi varmistaa, pystynkö todellakin kyseisen aineiston avulla vastaamaan asettamiini tutkimuskysymyksiin. Toisaalta

se oli tärkeää myös siksi, että Puusan (2020) mukaan se, miten hyvin tutkija tuntee aineistonsa, määrää paljolti koko analyysin laadun. Halusin tehdä tarkkaa työtä.

Puusan (2020) mukaan tutkijan olisi hyvä olla avoin aineistolle ja pyrkiä lukemaan sitä avoimesti ilman, että jokin teoreettinen ennalta ajateltu näkökulma rajoittaa aineiston sisällön ”näkemistä”. Tutustuinkin aineistoon ensimmäisen kerran jo ennen kuin olin aloittanut tutkimukseen liittyvään teoriaan paneutumisen. Lukukertojen aikana kirjasin alustavia havaintoja ja tein muistiinpanoja ensivaikutelmista. Näin pyrin minimoimaan teoreettisen viitekehysten ja omien ennako-oletusten vaikutuksen. Tämä on erityisen tärkeää juuri toisen ihmisen kokemuksia tutkittaessa (ks. esim. Tökkäri 2018, 65).

Aineistoon perehtymisen jälkeen valitsin analyysiyksikön eli tutkimusasetelman kannalta merkityksellisen sisällönosan (ts. ajatuskokonaisuuden, lausuman, lauseen tai yksittäisen sanan), jota aineistosta päätin lähteä poimimaan (ks. esim. Elo ym. 2022, 219; Ojasalo ym. 2015, 137; Tuomi & Sarajärvi 2018, 122). Tässä tutkimuksessa analyysiyksiköksi valitsin ajatuskokonaisuuden. Yksi ajatuskokonaisuus saattoi muodostua yhdestä tai useammasta lauseesta. Pääasiana pidin sitä, että esseestä poimittu sisällönosa pystyi vastaamaan esittämäni tutkimuskysymykseen. Ojasalon ym. (2015, 137) sekä Graneheimin ja Lundmanin (2004, 106) mukaan ennen analyysia on päätettävä myös se, analysoidaanko teksteistä vain ilmisältö vai myös tekstin taustalla piilossa olevat merkitykset. Tämän tutkimuksen kohdalla päätin analysoida myös mahdolliset piilossa olevat viestit.

Varsinainen analyysivaihe

Sisällönanalyysin varsinaisia analyysivaiheita ovat pelkistäminen eli redusointi, ryhmittely eli klusterointi ja yleiskäsitteiden muodostaminen eli abstrahointi (ks. esim. Puusa 2020).

Tulkintojen tekeminen etenee usein yksityiskohtaisista huomioista yleiseen (Günther ym. 2021). Aineiston pelkistämässä eli redusoinnissa monimuotoisesta ja runsaasta aineistosta etsitään ja merkitään valittu analyysiyksikkö mielessä pitäen tutkimuskysymysten kannalta oleelliset kohdat (eli alkuperäisilmaukset), jotka sitten poimitaan erilleen alkuperäisestä aineistosta ja kirjoitetaan uudelleen pelkistetyssä muodossa (Tuomi & Sarajärvi 2018, 114).

Käytännössä laadullisen aineiston varsinainen käsittely alkaa yleensä systemaattisen koodaamisen työvaiheella (Juhila 2021; Vuori 2021b). Laadullisessa tutkimuksessa koodaamisella tarkoitetaan merkkien liittämistä tutkijan tulkinnan mukaisesti aineiston määriteltyihin tekstijaksoihin (Eskola & Suoranta 1998, 156). Koodaaminen voi

yksinkertaisimmillaan tarkoittaa samaa tarkoittavien sanojen tai yhtenäisiä merkityksiä sisältävien lauseiden tunnistamista ja merkitsemistä koodein (Puusa 2020). Yksi koodaamisen tekniikoista on niin kutsuttu värikynämenetelmä. Siinä tutkija merkitsee väreillä tekstiin samaan luokkaan kuuluvat tekstikohdat. (Juhila 2021a.) Tässä tutkimuksessa sovelsin värikoodausta siten, että merkitsin tutkimuskysymykseen 1. liittyvät ajatuskokonaisuudet esseisiin vihreällä korostusvärillä ja tutkimuskysymykseen 2. liittyvät ajatuskokonaisuudet punaisella korostusvärillä. Poimin vihreät aineistokohdat tekstimassasta ja siirsin ne allekkain erilliseen Word-taulukkoon. Punaisten aineistokohtien suhteen toimin samalla tavalla ja siirsin ne allekkain omaan Word-taulukkoonsa. Kaiken muun esseetekstin jätin analyysin ulkopuolelle. Erillisissä taulukoissa kirjoitin alkuperäiset ilmaukset vielä pelkistettyyn muotoon varoen hävittämästä ilmauksien sisällöllisiä merkityksiä. Esimerkiksi alkuperäisilmauksen ”Minulle piirtäminen matematiikassa on ollut ehdottoman tärkeää ymmärtämisen kannalta.” pelkistin muotoon ”piirtäminen on auttanut”.

Alkuperäisilmauksia poimittaessa on hyvä muistaa, että aineistoa tarkastellaan aina vain tietystä, kulloisenkin tutkimusongelman kannalta olennaisesta näkökulmasta (Alasuutari 2011, 2. luku). Näkökulman rajaaminen oli erityisen tärkeä muistaa myös tässä tutkimuksessa, koska esseissä oli paljon tutkimusongelman kannalta epäolennaista sisältöä. Kirjoitinkin tutkimuskysymykseni Post-it-tarralapulle, jonka liimasin tietokonenäytön reunaan muistuttamaan minua siitä, mitä olin aineistosta etsimässä. Aina kun poimin tekstistä kohdan, varmistin muistilapun avulla, pystyinkö poiminnalla varmasti vastaamaan työn alla olleeseen tutkimuskysymykseen.

Ensimmäisen pelkistämävaiheen jälkeen kävin koko aineiston läpi vielä toistamiseen. Tein suunnitelman, jonka mukaan luin aina kaksi esseetä päivässä yrittäen keskittyä jokaiseen tekstikohtaan ja sen merkitykseen erityisen tarkasti. En halunnut, että mikään merkityksellinen kohta jäisi analyysini ulkopuolelle aineistolle sokeutumisen vuoksi. Joka päivä luin kaksi esseetä tuorein silmin. Tällä tavalla alkuperäisilmauksia kertyi vielä muutamia lisää. Samalla jotkin epäolennaiset havainnot jäivät analyysin ulkopuolelle niitä tarkemmin pohdittuani.

Pelkistämävaiheen jälkeen vuorossa oli aineiston ryhmittely- eli klusterointivaihe. Siinä ryhmittelin edellisessä vaiheessa pelkistetyt ilmaukset Word-taulukoissa siten, että samaa tarkoittavat ilmaukset muodostivat aina yhden alaluokan (ks. esim. Tuomi & Sarajärvi 2018, 114). Käytin ryhmittelyn lähtökohtana Alasuutarin (2011, 2. luku) ajatusta siitä, että

aineistossa ajatellaan aina olevan esimerkkejä tai näytteitä samasta ilmiöstä. Vaikka olin poiminut ajatuskokonaisuudet aineistosta aineistolähtöisesti ilman teorian apua, tässä vaiheessa työskentelin jo teoreettisen viitekehyksen tukemana. Analyysini oli teoriaohjaavaa (ts. teoriasidonnaista) (ks. esim. Ojasalo ym. 2015, 140). Lähestyin siis aineistoa sen omilla ehdoilla, mutta analyysin edetessä käytin luokitteluapuna aiempaa teoriatietoa (ks. Puusa 2020; Tuomi & Sarajärvi 2018, 133), josta ohjaavimpana pidin Kosolan (2023) tuoretta ja kattavaa mallia oppimiseen liittyvistä tekijöistä (kuvio 2.). Ryhmittelin pelkistettyjä ilmauksia samankaltaisuuksien mukaan, ja nimesin ryhmittelyn seurauksena syntyneet alaluokat niitä mahdollisimman osuvasti kuvaavilla nimillä. Esimerkiksi pelkistetyt ilmaukset ”hyvä muisti ja ulkoa opetteleminen”, ”helppo oppia ulkoa”, ”ymmärtäminen”, ”itseohjautuvuus”, ”erilaiset muistisäännöt, kuten laulut ja lorut”, ”piirtäminen on auttanut” sekä ”ääneen pähkäileminen” yhdistyivät alaluokkaan ”Matematiikan oppimista edistäneet yleiset kognitiiviset taidot”. Tulkintani mukaan näissä ilmauksissa viitattiin toiminnanohjauksen, muistin ja erilaisten oppimisstrategioiden merkitykseen matematiikan oppimisen suhteen. Nämä tekijät oli Kosolan (2023) mallissa sisällytetty yleisten kognitiivisten taitojen luokkaan.

Teorian tuesta huolimatta ryhmittely ei edennyt täysin mutkattomasti. Kaikille pelkistetyille ilmauksille ei tuntunut löytyvän Kosolan (2023) mallista sopivaa luokkaa. En kuitenkaan huolestunut tästä, sillä teoriaohjaavassa analyysissä ei ole harvinaista, että joudutaan luomaan myös yksi ylimääräinen ryhmä tai luokka: muut (Tuomi & Sarajärvi 2018, 135). Toimin Hsiehin ja Shannonin (2005, 1282) ohjeiden mukaisesti; ilmaukset, joille en heti löytänyt sopivaa luokkaa, tunnistin, siirsin ”muut”-luokkaan ja analysoin myöhemmin sen selvittämiseksi, edustivatko ne jotakin uutta luokkaa vai jonkin olemassa olevan luokan alaluokkaa. Hain tähän myöhempään analyysiin tukea teoreettisen viitekehykseni muiden tutkijoiden tekemistä ryhmittelyistä. Esimerkiksi Kosolan (2023) mallin affektiivisten ja kognitiivisten tekijöiden rinnalle muodostin myös konatiivisten tekijöiden luokan, jota muun muassa Perkkilä (2018) sekä Huhtala ja Laine (2004) käyttivät omissa tutkimuksissaan. Tein tämän ratkaisun siksi, että aineistossa oli sellaisia merkkejä oppilaan toimintaan ja käyttäytymiseen liittyneistä tekijöistä, jotka esimerkiksi Perkkilä (2018) laski konatiivisten tekijöiden luokkaan kuuluviksi, mutta joita Kosolan (2023) mallissa ei suoranaisesti sisällytetty mihinkään luokkaan. Niinpä pelkistetyistä ilmauksista ”opetuksen seuraaminen”, ”ohjeiden tarkka kuunteleminen ja itsenäinen opiskelu”, ”avun pyytäminen” sekä ”ahertaminen” muodostui ”Käyttäytymiseen liittyneet matematiikan oppimista edistäneet tekijät” -alaluokka. Muodostin myös erillisen matematiikan oppimista edistäneiden

luonnetekijöiden luokan, koska esimerkiksi Kyrön, Myllärin ja Seikkula-Leinon (2008, 273) tapaan ajattelen persoonallisuuden ja luonteen sisältävän sekä affektiivisia, kognitiivisia että konatiivisia piirteitä, eikä tällaista luonteenpiirteille sopivaa luokkaa löytynyt Kosolan (2023) mallista.

Ryhmittelystä siirryin abstrahoinnin eli yläkäsitteiden muodostamisen vaiheeseen.

Abstrahoidessa luokittelua jatketaan siten, että ryhmittelyvaiheessa luodut alaluokat yhdistellään yläluokiksi, yläluokista muodostetaan pääluokkia ja pääluokista yksi yhdistävä luokka (Tuomi & Sarajärvi 2018, 114). Abstrahoinnin tavoitteena on abstraktien ilmaisujen eli yleiskäsitteiden muodostaminen (Ojasalo ym. 2015, 140). Tässä vaiheessa etenin analyysissä hetkittäin ”ylhäältä alaspäin”. Ryhmittelin alaluokat Kosolan (2023) mallin perusteella oppilaaseen liittyneiden tekijöiden ja ympäristöön liittyneiden tekijöiden pääluokkiin. Ala- ja pääluokkien välissä olevien yläluokkien tunnistamiseen ja nimeämiseen hain jälleen tukea teoriasta. Esimerkki analyysin luokittelun etenemisestä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Esimerkki analyysin luokittelun etenemisestä

alkuperäinen ilmaus	pelkistetty ilmaus	alaluokka	yläluokka	pääluokka	yhdistävä luokka
<i>Uskaltauduin ottamaan vanhempieni kannustamana sekä matematiikassa että fysiikassa lukion pitkän oppimäärän. (essee 25)</i>	vanhempien kannustus	kannustaneet vanhemmat	matematiikan oppimista edistänyt perheympäristö	ympäristöön liittyneet matematiikan oppimista edistäneet tekijät	matematiikan oppimista edistäneet tekijät
<i>Yläkoulun matematiikasta mieleen on jäänyt opettajien vaihtuvuus äitiyslomien vuoksi ja sijaisten opettamisesta en aina ymmärtänyt mitään. Olin kuitenkin itseohjautuva ja pyysin apua ja myös vanhemmat auttoivat tehtävissä. (essee 40)</i>	vanhemmat auttoivat tehtävissä	tehtävissä auttaneet vanhemmat			
<i>Myöhemmin äiti opetti piirtämään tehtäviä esim. jokin matkalasku tms. ja se hieman auttoi ymmärryksen kanssa. (essee 19)</i>	äiti auttoi tehtävissä				
<i>Luulen, että omalla äidilläni on voinut olla jopa isompi rooli matemaattisen ajattelun kasvussa kuin peruskoulun opettajilla. Äitini on edelleen hyvin innostunut ja utelias ratkaisemaan matemaattisia asioita. (essee 25)</i>	matematiikasta innostunut äiti	matematiikasta innostuneet vanhemmat			
<i>Äitini kanssa kävimme asioita usein läpi yhdessä keskustelemalla. (essee 4)</i>	keskustelu äidin kanssa	matematiikasta keskustelleet vanhemmat			

Koska tein tutkimusta ja analyysia yksin, ajattelin, että voisin saada vahvistusta muodostamiini luokkien paikkansapitävyyteen analysoimalla saman aineiston toistamiseen,

mutta hieman edellisestä poikkeavalla tavalla. Toisessa analyysissä käytinkin apuna laadullisen aineiston analyysiin tarkoitettua NVivo-tietokoneohjelmistoa. Latasin alkuperäisen aineiston NVivoon. Luin jokaisen esseen vielä kertaalleen läpi ja koodasin ohjelmiston Code to -toiminnon avulla tutkimuskysymysten kannalta merkitykselliset aineistokohdat pelkistetyillä nimillä ohjelmistossa luomaani pelkistettyjen koodien koodikansioon. En tässä vaiheessa vielä eritellyt koodeja tutkimuskysymyksittäin, vaan poimin esseistä kaikki kohdat, joissa oli ilmauksia siitä, mitkä asiat olivat vaikuttaneet kirjoittajien matematiikan oppimiseen. Vasta tämän jälkeen loin oman koodikansion värikoodatuille koodeille. Kopioin kaikki pelkistetyksen seurauksena syntyneet koodit tähän kansioon ja värikoodasin ne ohjelmiston Color-toiminnon avulla ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyneisiin vihreisiin koodeihin ja toiseen tutkimuskysymykseen liittyneisiin punaisiin koodeihin. Sitten loin uuden koodikansion analyysin seuraavaa vaihetta varten. Muodostin uuteen kansioon matematiikan oppimista edistäneiden tekijöiden ja heikentäneiden tekijöiden koodit, joiden alle lajittelin edellisen koodikansion värikoodatut punaiset ja vihreät koodit. Jatkoin analyysia luomalla jälleen uuden koodikansion ryhmitelläkseni matematiikan oppimista edistäneiden ja heikentäneiden tekijöiden koodit oppilaaseen liittyneisiin ja ympäristöön liittyneisiin koodeihin. Lopuksi loin vielä koodikansiot analyysin ylä- ja alaluokkien muodostamista varten. Tein uusia koodeja Kosolan (2023) ja muiden tutkijoiden ryhmittelyjen pohjalta. Siirtelin ja ryhmittelin oppilaaseen liittyneitä ja ympäristöön liittyneitä koodeja teorian ohjaamana sopivien koodien alle.

Tämän tehtyäni vertailin Word-analyysin ja NVivo-analyysin tuloksia lukitakseni analyysin tuloksena syntyneet ala-, ylä- ja pääluokat. NVivon Reference-lukujen avulla sain helposti käyttööni myös luotuihin luokkiin liittyneitä määrällisiä tietoja, mikä helpotti tutkimukseni kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamista.

6 Tutkimuksen tulokset

Seuraavaksi esittelen sisällönanalyysin ja -erittelyn seurauksena saamani tutkimustulokset eli matematiikan oppimiseen vaikuttaneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden kokemina. Käyn tulokset läpi tutkimuskysymyksittäin aloittamalla matematiikan oppimista edistäneistä tekijöistä. Sen jälkeen käsittelen toiseen tutkimuskysymykseeni liittyviä matematiikan oppimista heikentäneitä tekijöitä. Päätän luvun matematiikan oppimiseen vaikuttaneiden tekijöiden määrälliseen tarkasteluun, jonka avulla vastaan viimeiseen tutkimuskysymykseeni liittyen siihen, mikä kaikista tekijöistä on aineiston perusteella määrällisesti merkittävin.

6.1 Matematiikan oppimista edistäneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessäni kysyin, mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat edistäneet heidän matematiikan oppimistaan. Kosolan (2023) malliin nojaten jaoin tekijät oppilaaseen liittyneisiin ja ympäristöön liittyneisiin tekijöihin. Tästä jaottelusta syntyivät luokitteluni pääluokat, joita olen hyödyntänyt tämän luvun alaotsikoinnissa.

6.1.1 Matematiikan oppimista edistäneet oppilaaseen liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Sisällönanalyysin seurauksena oppilaaseen liittyneistä matematiikan oppimista edistäneistä tekijöistä muodostui neljä yläluokkaa: 1) matematiikan oppimista edistäneet affektiiviset tekijät, 2) matematiikan oppimista edistäneet kognitiiviset tekijät, 3) matematiikan oppimista edistäneet konatiiviset tekijät ja 4) matematiikan oppimista edistäneet luonnetekijät (ks. kuvio 3.). Luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan heidän matematiikan oppimistaan oli siis edistänyt koko joukko omiin tunteisiin ja tuntemuksiin; tiedonkäsittelyyn; tahtoon, toimintaan ja käyttäytymiseen sekä luonteeseen liittyneitä tekijöitä.

Tulkintani mukaan matematiikan oppimista edistäneiden **affektiivisten tekijöiden** yläluokka sisälsi matematiikan arvostamisen, positiivisten asenteiden, positiivisten tunteiden, positiivisten tuntemuksien ja matematiikkaan liittyneiden myönteisten pystyvyysuskomuksien alaluokat. Matematiikan arvostamisen alaluokan muodostaneiden aineistokohtien perusteella

matematiikan oppimista oli vienyt eteenpäin se, jos matematiikka oli koettu merkityksellisenä oppiaineena, johon kannatti panostaa. Merkityksellisyys oli motivoinut opiskelemaan.

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka	Yhdistävä luokka
matematiikan kokeminen merkityksellisenä (2)	Matematiikan arvostaminen (2)	Matematiikan oppimista edistäneet affektiiviset tekijät (32)		
innokkuus (5) parhaansa yrittäminen (1) positiivinen suhtautuminen matematiikkaa kohtaan (1)	Positiivinen asenne matematiikan oppimista kohtaan (7)			
oivaltamisen tuottama nautinto (1) ylpeys omasta osaamisesta (1) onnistumisenkokemuksia seuranneet mielihyvän tunteet (3)	Matematiikkaan liittyneet positiiviset tunteet (5)			
matematiikan tuntuminen helpolta (5) matematiikan pitäminen hauskana (1) matematiikasta tykkääminen (11)	Matematiikkaan liittyneet positiiviset tuntemukset (17)			
hyvä matikkapää (1)	Matematiikkaan liittyneet myönteiset pystyvyyssuhteet (1)			
matemaattinen lahjakkuus (2)	Matematiikan oppimista edistäneet oppiainekohtaiset taidot (2)	Matematiikan oppimista edistäneet kognitiiviset tekijät (16)	Oppilaaseen liittyneet matematiikan oppimista edistäneet tekijät (82)	Matematiikan oppimista edistäneet tekijät
hyvä muisti ja ulkoa opetteleminen (1) helppo oppia ulkoa (1) ymmärtäminen (1) itseohjautuvuus (1) erilaiset muistisäännöt, kuten laulut ja lorut (1) piirtäminen on auttanut (7) ääneen pähkäileminen (2)	Matematiikan oppimista edistäneet yleiset kognitiiviset taidot (14)			
opetuksen seuraaminen (1) ohjeiden tarkka kuunteleminen ja itsenäinen opiskelu (1) avun pyytäminen (1) ahertaminen (9)	Käyttytymiseen liittyneet matematiikan oppimista edistäneet tekijät (12)	Matematiikan oppimista edistäneet konatiiviset tekijät (19)		
halu kehittää itseään (1) halu oppia uusia asioita (4) mielenkiinnon ylläpitäminen (1) tavoite päästä parempaan tasoryhmään (1)	Matematiikan oppimista edistänyt motivaatio (7)			
uteliasuus (1)	Utelias luonne (1)	Matematiikan oppimista edistäneet luonnetekijät (15)		
tunnollisuus (5)	Tunnollinen luonne (5)			
pohtiva luonne (1)	Pohtiva luonne (1)			
haasteista tykkääminen (1) ongelmanratkaisusta tykkääminen (2)	Haasteista ja ongelmanratkaisusta tykkääminen (3)			
matemaattinen ajattelu on luonteenomaista (1)	Matemaattinen ajattelu on luonteenomaista (1)			
sinnikkyys ja periksiantamattomuus (4)	Sinnikkyys ja periksiantamattomuus (4)			

Kuvio 3. Matematiikan oppimista edistäneet oppilaaseen liittyneet tekijät

Matematiikan arvossa pitämisen ohella oppimista edistäneeksi tekijäksi ilmeni oppijan positiivinen asenne matematiikkaa kohtaan. Erityisesti innokkuus ja parhaansa yrittäminen näyttäytyivät aineistossa oppimisen kannalta hyvinä oppilaan ominaisuuksina.

Oppimisen näkökulmasta merkittäväksi tekijäksi aineistossa nousi myös se, millaisia tunteita matematiikka oli oppijassa herättänyt. Positiivisten tunteiden, kuten nautinnon, ylpeyden ja muiden mielihyvän tunteiden, nähtiin myötävaikuttaneen matematiikan oppimiseen.

Aineiston perusteella näiden tunteiden taustalla olivat vaikuttaneet erityisesti oivaltamisen, onnistumisen ja osaamisen kokemukset. Kun oppija oli kokenut osanneensa, matematiikka oli tuntunut mielekkäältä:

”Toisinaan kun laskut sujuivat, – – oppiaine tuntui mukavalta ja sujui hyvin.”
(essee 16)

Matematiikan opiskelun herättämien tunteiden ja matematiikan mielekkäältä tuntumisen lisäksi merkitystä tuntui olleen myös sillä, miltä matematiikan opiskelu oli oppijasta kokonaisuudessaan tuntunut. Oppimista edistäneenä tekijänä aineistossa korostui matematiikan helpolta tai hauskalta tuntuminen. Aineiston mukaan se, että oppija oli pitänyt matematiikan opiskelusta ja liittänyt siihen positiivisia tuntemuksia, oli siivittänyt häntä jatkamaan matematiikan opiskelua.

Affektiivisista tekijöistä pienimmäksi alaluokaksi jäi matematiikkaan liittyneiden myönteisten pystyvyysuskomusten alaluokka. Tämä alaluokka muodostuikin ainoastaan yhdestä aineiston ”hyvään matikkapäähän” viitannesta alkuperäisilmauksesta:

”Uskon, että olen perinyt sukuni mukana hyvän matikkapään ja olenkin jo pienestä pitäen tykännyt matemaattisista pulmista ja erilaisista ongelmanratkaisutilanteista joissa tarvitaan matematiikkaa.” (essee 37)

”Matikkapää”-uskomuksen mukaan matematiikan osaamisen nähtiin olleen jonkinlainen periytyvä taito, joka oli siirtynyt suvussa sukupolvelta toiselle edesauttaen matemaattisista pulmista selviytymistä. Vaikka tällainen näkemys tutkimusten (ks. luku 4) mukaan onkin vain myyttiin pohjautuva uskomus, näyttäytyi se aineistossa kuitenkin oppijan affektiivista matematiikkasuhdetta vahvistavana tekijänä.

Matematiikan oppimista edistäneiden **kognitiivisten tekijöiden** yläluokan tulkitsin pitävän sisällään matematiikan oppimista edistäneiden oppiainekohtaisten taitojen alaluokan sekä matematiikan oppimista edistäneiden yleisten kognitiivisten taitojen alaluokan. Oppiainekohtaisista taidoista erityisesti matemaattinen lahjakkuus ilmeni aineistossa oppimista tukeneena, yksilöllisiä oppimisvalmiuksia vahvistaneena tekijänä.

Yleisistä kognitiivisista taidoista puolestaan toimiva toiminnanohjaus ja oppimista edistäneet oppimisstrategiat korostuivat matematiikan oppimisen kannalta positiivisina asioina. Toiminnanohjauksen osa-alueista etenkin hyvän muistin koettiin helpottaneen matematiikan oppimista. Muun muassa ulkoa oppimisen helppouden todettiin tukeneen erilaisten matematiikkaan liittyneiden asioiden omaksumista:

”Oma oppimiseni matematiikan osalta perustui monella tapaa muistiin. Opettelin erilaisia kaavoja, lukujonoja ja kertolaskuja ulkoa.” (essee 17)

”Minun oli helppo oppia ulkoa asioita.” (essee 33)

Toisaalta myös asioiden syvällistä ymmärtämistä pidettiin aineistossa oppimisen kannalta merkityksellisenä. Sen ajateltiin johtaneen ulkoa opettelua parempaan oppimistulokseen:

”Opin parhaiten, jos ymmärsin asian.” (essee 35)

Lisäksi oppijan itseohjautuvuus nähtiin tärkeäksi. Oman aktiivisuuden ja oppimisen itsenäisen kontrollin oli koettu olleen oppimista edistäneitä tekijöitä.

Oppimisstrategioista puolestaan esiin nousi erilaisten muistisääntöjen, laulujen ja lorujen, ulkoa opettelemisen, piirtämisen, tehtävien paperille hahmottelemisen sekä ääneen pähkäilemisen käyttö matematiikan oppimisen kannalta menestyksekkäinä keinoina:

”Erilaiset muistisäännöt, laulun tai lorun kautta muistaminen ja esimerkiksi erilaisten luetteloiden rytmittäminen auttoivat eri asioiden mieleen painamisessa.” (essee 4)

”Opin parhaiten matematiikkaa piirtäen tehtäviä auki” (essee 28)

”Opin parhaiten miettimällä ja lukemalla tehtäviä ääneen” (essee 29)

Aineistolainauksien perusteella aineisto antaa viitteitä siitä, että oppimista nähtiin edesauttaneen sen, jos oppimisen apuna oli hyödynnetty monipuolisesti eri aisteja. Myös erilaiset konkreettisten (ja toisaalta abstraktienkin) muistiinpanovälineiden käyttöön perustuneet strategiat, jotka olivat pyrkineet muistin kuormituksen keventämiseen ja asioiden selkeämpään hahmottamiseen, olivat tiedonantajien kokemusten mukaan tuottaneet tulosta.

Affektiivisten ja kognitiivisten tekijöiden ohella aineistosta nousi esiin **konatiivisia oppimistekijöitä**. Näistä tekijöistä rakentui kaksi alaluokkaa, jotka sisälsivät sekä oppijan käyttäytymiseen ja toimintaan että motivaatioon liittyneitä tekijöitä. Oppilaan omassa käyttäytymisessä ja toiminnassa opetuksen seuraamisen, ohjeiden tarkan kuuntelemisen ja senjälkeisen itsenäisen opiskelun sekä rohkean avun pyytämisen koettiin edesauttaneen matematiikan oppimista. Erityistä painoarvoa nähtiin olleen ahertamisella ja oppimisen eteen tehdyllä pitkäjänteisellä työllä:

”Mitä enemmän harjoittelin laskemista, sitä paremmaksi suoritukseni tulivat.” (essee 9)

Motivaatioon liittyneistä tekijöistä matematiikan oppimista edistäneiksi tekijöiksi ilmenivät erityisesti halu kehittää itseään ja oppia uusia asioita. Tiedonantajien mielestä nämä tekijät olivat olleet oppimisen liikkeellepanijoita. Yksi tiedonantajista oli sitä mieltä, että näiden lisäksi oli tarvittu myös kykyä mielenkiinnon ylläpitämiseen. Pelkkää motivaation syttymistä ei siis yksimielisesti koettu riittävänä, vaan aineiston perusteella myös sen säilyttämistä tunnuttiin pidettävän oppimisen näkökulmasta tärkeänä.

Sisäisten motivaatiotekijöiden lisäksi oppimismotivaatiota olivat tiedonantajien kokemusten mukaan lisänneet myös ulkoiset motivointitekijät. Yhtä tiedonantajaa oli matematiikan oppimiseen motivoinut tavoite päästä opettajan muodostamaan parempaan matematiikan tasoryhmään:

”Opettajani jakoi oppilaat kahteen eri ryhmään, sen mukaan miten hyvin laskeminen sujui, ja heti alusta asti tavoitteeni oli päästä niin kutsuttuun älymystöön.” (essee 9)

Edellä mainittujen affektiivisten, kognitiivisten ja konatiivisten tekijöiden lisäksi myös oppijan tietynlaisten **luonteenpiirteiden** (ts. ihmiselle ominaisten, kohtalaisen pysyvien toiminnallisten ominaisuuksien) koettiin vaikuttaneen matematiikan oppimiseen myönteisesti. Kun oppija oli ollut luonteeltaan utelias, tunnollinen ja pohtiva, minkä lisäksi hän oli tykännyt haasteista ja ongelmanratkaisusta tai hänelle matemaattinen ajattelu oli ollut luonteenomaista, nähtiin sen edistäneen oppimista. Näiden kaikkien luonteenpiirteiden koettiin olleen oppimista kantaneita voimia, joiden avulla oppija oli ensinnäkin päätynyt, mutta toisaalta myös pysynyt matematiikan opintojen parissa. Erityisen monta kertaa aineistossa mainittiin sinnikäs ja periksiantamaton luonne, joka oli saanut oppijat jatkamaan oppimisen tavoittelua tilanteessa kuin tilanteessa:

”Koska luonteeni yksi ominaisuuksista on periksiantamattomuus, niin ajattelen sen olevan myös matematiikan opiskelussani sekä opettamisessani yksi tärkeä tekijä.” (essee 14)

6.1.2 Matematiikan oppimista edistäneet ympäristöön liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Analyysissa myös ympäristöön liittyneistä matematiikan oppimista edistäneistä tekijöistä muodostui neljä yläluokkaa. Yläluokat olivat 1) matematiikan oppimista edistänyt perheympäristö, 2) matematiikan oppimista edistänyt opetusryhmä, 3) matematiikan

oppimista edistäneet luokkakaverit sekä 4) matematiikan oppimista edistänyt opettaja ja hänen käytänteensä (ks. kuvio 4.). Yläluokkien perusteella matematiikan oppimista edistäneet ympäristötekijät olivat siis liittyneet paitsi kouluympäristöön niin myös koulun ulkopuoliseen, oppilaan omaan lähiympäristöön.

Aineiston perusteella ympäristössä erityisesti **opettaja** oli vaikuttanut matematiikan oppimiseen merkittävästi. Matematiikan oppimista oli tiedonantajien kokemusten mukaan edistänyt opettaja, joka oli ollut ammattitaitoinen. Asiaosaamisen ja aineenhallinnan lisäksi ammattitaito oli ilmennyt hyvinä opetustaitoina ja kykynä selittää sisältöjä ymmärrettävästi:

”Yläasteella oli loistava miesopettaja, joka osasi kyllä opettaa niin, että matematiikka tuntui helpolta.” (essee 34)

Tämä aineistoesimerkki ilmentää sitä, miten opettajan opetustaidot voivat vaikuttaa oppilaan matematiikkaan liittyviin tunteuksiin ja sitä kautta myös matematiikan parissa viihtymiseen.

Matematiikan oppimista edistyneeseen opettajaan liitettiin aineistossa myös joukko henkilökohtaisia ominaisuuksia: tiedonantajien kokemusten mukaan tällainen opettaja oli ollut mukava, ymmärtäväinen, lempeä, helposti lähestyttävä, kärsivällinen ja sinnikäs. Näiden lisäksi hän oli ollut innostunut ja asialleen omistautunut:

”Uskon, että opettajan kiinnostus matematiikkaa kohtaan vaikutti positiivisesti omaan matematiikan oppimiseen.” (essee 6)

Tulkintani mukaan tällaiset ominaisuudet olivat luoneet pohjan opettajan ja oppilaan väliselle hyvälle vuorovaikutukselle, jonka myös osaltaan koettiin tukeneen matematiikan oppimista. Esimerkiksi innostunut ja asialleen omistautunut opettaja oli kyennyt innostamaan ja motivoimaan myös oppilaita. Innostus oli tarttunut opettajasta oppilaaseen. Matematiikan oppimista vuorovaikutustavallaan edistänyt opettaja oli myös kannustanut, rohkaissut sekä antanut tarvittaessa apua ja tukea lisäten oppilaan uskoa itseensä ja auttaneen häntä työskentelemään lähikehityksensä vyöhykkeellä.

Tiedonantajat olivat kokeneet oppimisen kannalta merkityksellisenä myös sen, jos opettaja oli huolehtinut siitä, että kaikki oppilaat varmasti oppivat. Seuraavaan asiaan ei ollut edetty, mikäli edellinen asia ei ollut ollut hallussa. Tämä antaa viitteitä siitä, että opettaja on työssään huomionnut juuri matematiikan luonteen kumulatiivisen näkökulman.

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka	Yhdistävä luokka
vanhempien kannustus (1)	Kannustaneet vanhemmat (1)			
vanhemmat auttoivat tehtävissä (1) äiti auttoi tehtävissä (1)	Tehtävissä auttaneet vanhemmat (2)	Matematiikan oppimista edistänyt perheympäristö (5)		
matematiikasta innostunut äiti (1)	Matematiikasta innostuneet vanhemmat (1)			
keskustelu äidin kanssa (1)	Matematiikasta keskustelleet vanhemmat (1)			
opiskelu oman taitotason ryhmässä (2)	Koostumukseltaan samantasoinen opetusryhmä (2)	Matematiikan oppimista edistänyt opetusryhmä (8)		
pienessä opetusryhmässä oli helppo kysyä ja ihmetellä (2) viiden opiskelijan opetusryhmä (1)	Pieni opetusryhmä (3)			
se, että ryhmässä ei tarvinnut jännittää (1) turvallinen ympäristö (1) innostanut ja rohkaissut ilmapiiri (1)	Ilmapiiriltään suotuisa opetusryhmä (3)			
kavereiden kanssa laskeminen (1) parin kanssa vuoropuhelussa opiskeleminen (1) ratkaisujen miettiminen luokan kesken (3) yhteistyö muiden oppilaiden kanssa (1) taidokkaiden laskijoiden kanssa opiskeleminen (1)	Opiskeleminen yhdessä luokkakavereiden kanssa (7)	Matematiikan oppimista edistäneet luokkakaverit (10)		
luokkakavereiden apu (2)	Matematiikassa auttaneet luokkakaverit (2)			
kaverit tykkäsivät matematiikasta (1)	Matematiikasta pitäneet luokkakaverit (1)			
opettajan asiaosaaminen oli erinomaista (1)	Asiaosaamiseltaan erinomainen opettaja (1)			
opettaja osasi opettaa (6)	Opetustaidoiltaan hyvä opettaja (6)			
mukava opettaja (2) ymmärtäväinen opettaja (2) lempeä opettaja (2) helposti lähestyttävä opettaja (1) kärsivällinen opettaja (4) sinnikäs opettaja (1) innostunut ja omistautunut opettaja (3)	Oppimista edistäneet opettajan henkilökohtaiset ominaisuudet (15)			
innostanut ja motivoinut opettaja (7) kannustanut opettaja (9) rohkaissut opettaja (1) oppilasta auttanut ja tukenut opettaja (2) opin perillemenon varmistanut opettaja (4) oppimisen ja edistymisen hahmottamisessa auttanut opettaja (1) positiivista palautetta antanut opettaja (1) yksilöllisesti huomionnut opettaja (1) hyvistä suorituksista palkinnut opettaja (2)	Positiivisesti vuorovaikuttanut opettaja (28)	Matematiikan oppimista edistänyt opettaja ja hänen käytäntensä (101)		
hyvien esimerkkien esittäminen (8) matematiikan merkityksen havainnollistaminen (2) havainnollistaminen konkreettisilla opetusvälineillä (5) visualisointi (1) pistokokeet (1) kokeiden huolellinen läpikäyminen yhdessä (1) kertaaminen ja toistot (5) kielentäminen (8) toiminnallisuus ja kokeileminen (10) selkeä opettajajohtoinen opetustapa, jossa teoria kerrattiin yhdessä (1) sopiva etenemistähti (5) oppiminen pieni pala kerrallaan (1) eriyttäminen (3)	Opettajan käyttämät oppimista edistäneet opetusmenetelmät (51)			
			Ympäristöön liittyneet matematiikan oppimista edistäneet tekijät (124)	Matematiikan oppimista edistäneet tekijät

Kuvio 4. Matematiikan oppimista edistäneet ympäristöön liittyneet tekijät

Jo affektiivisten tekijöiden kohdalla toin esiin sen, miten matematiikkaan liittyneet onnistumisenkokemukset olivat lisänneet oppilaiden mielihyvän tunteita ja matemaattisten

tehtävien parissa viihtymistä. Onnistumisenkokemuksia oppilaille oli tiedonantajien kokemusten mukaan mahdollistanut myös opettaja, joka oli auttanut oppilaita hahmottamaan omaa oppimistaan ja edistymistään sekä antanut heille positiivista palautetta. Opettaja oli myös saattanut huomioida oppilaita yksilöllisesti ja palkinnut heitä hyvistä suorituksista esimerkiksi diplomeilla tai tarroilla:

”Muistan saaneeni opettajalta myös leiman tai tarran onnistuneesta tehtävästä tai hyvin tehdyistä kotiläksyistä, joka kannusti minua työskentelemään vielä kovemmin matematiikan eteen.” (essee 6)

Opettajan koettiin helpottaneen matematiikan oppimista myös hänen käyttämiensä oppimista edistäneiden opetusmenetelmien välityksellä. Oppimisen kannalta merkittäväksi nähtiin ensinnäkin se, jos opettaja oli esittänyt hyviä esimerkkejä ja havainnollistanut matematiikan konkreettista merkitystä:

”Matematiikan ymmärtäminen on tullut tutuksi nimenomaan hyvien käytännön esimerkkien avulla” (essee 12)

”Yläasteella ja lukiossa sain matematiikasta innostuneen opettajan, joka käytti jo enemmän mielikuvitusta motivointiin ja esim. toi matematiikan tehtäviä juuri sinne arkeen, koettaen avata sitä, mihin kaikkeen näitä taitoja tarvitaan.” (essee 28)

Viimeisin aineistoesimerkki viittaa siihen, että konkreettisen merkityksellisyyden havainnollistaminen on mitä ilmeisemmin vahvistanut oppilaiden näkemystä siitä, miten hyödyllistä matematiikan taitaminen on. Tämä taas on jälleen ollut yksi motivaatiota kohottanut tekijä.

Konkreettisuuden tiedonantajat kokivat auttaneen myös konkreettisten apuvälineiden muodossa:

”Toisinaan, kun harjoittelimme konkreettisten välineiden ja luovien menetelmien avulla, ymmärsin paremmin ja matematiikan oppiminen oli hauskaa.” (essee 4)

Matematiikassa on paljon abstrakteja käsitteitä, joiden ymmärtäminen on haastavaa. Aineiston mukaan visuaalisuuden ja apuvälineiden käytön koettiin selvästi auttaneen käsitteiden ja ongelmien hahmottamisessa. Niiden käytön nähtiin osaltaan lisänneen myös matematiikan opiskelun miellyttävältä tuntumista.

Apua matematiikan oppimiseen oli koettu saadun myös erilaisista testeistä ja kokeista. Yksi tiedonantajista oli kokenut etenkin opettajan pitämät pistokokeet oppimisen kannalta

hyödyllisinä. Niiden takia oli ollut eräänlainen pakko kerrata ja opiskella asioita. Myös kokeiden yhteisen läpikäymisen oli koettu edistäneen oppimista.

Tämä näkökulma perustunee ainakin osittain näkemykseen siitä, että virheistäkin voi oppia. Toisaalta koetta läpi käytäessä koealueen oleelliset asiat tulee vielä kertaalleen käytyä läpi tiiviinä pakettina. Jos tässä yhteydessä on lisäksi mahdollista kysellä ja keskustella omista vastauksista, saattaa se lisätä syvempää ymmärrystä.

Kahdessa edellisessä kappaleessa mainitut kertaaminen ja ymmärryksen lisääntyminen nähtiin matematiikan oppimisen kannalta yleisesti oleellisiksi asioiksi. Opetusmenetelmistä hyväiksi koettiin sellaiset menetelmät, joiden avulla asioita oli kerrattu ja oppimista oli pyritty tukemaan lukuisien toistojen avulla. Oppisisältöjä oli avattu ”juurta jaksan”, ja myös kielentämistä oli hyödynnetty asioiden syvällisen ymmärtämisen mahdollistamiseksi:

”Minä tarvitsin asian sanoittamista, että ymmärsin asian ja sen jälkeen osasin laskea” (essee 7)

Ryhmässä opiskelu ja toiminnallisuus oli nekin koettu hyvinä asioina. Itseasiassa enemmistö opetusmenetelmiin viitanneista alkuperäisilmauksista koski näitä tekijöitä. Valtaosa tiedonantajista suosi ilmauksissaan oppilaan omaa aktiivisuutta korostaneita toiminnallisia opetusmenetelmiä:

”tarvitsen varmastikin enemmän tekemistä kuin pelkästään lukemista tai opettajan opetusta” (essee 34)

Yksi tiedonantajista koki kuitenkin hyötynensä enemmän perinteisestä opettajajohtoisesta opetustavasta, jossa teoriaa oli opiskeltu yhdessä:

”Tykkäsin selkeästä opettajajohtoisesta opetustavasta, jossa teoria kerrattiin läpi yhdessä” (essee 26)

Opetusmenetelmien alaluokkaan laskin kuuluvaksi myös sen, mitä ja miten paljon oppisisältöjä oppitunneilla oli käyty läpi. Aineiston perusteella matematiikan oppimista edistäneellä oppitunnilla etenemistähti oli ollut sopivan hidas ja asioita oli opeteltu riittävän pienissä erissä. Eritasoisista oppilaista oli huolehdittu eriyttämällä opetusta. Oppilaille oli tarjottu sopivantasoisia haasteita ottaen huomioon sekä tiedon kumuloitumisen että oppilaiden lähikehityksen vyöhykkeellä toimimisen.

”Silti yleensä pieni pala kerrallaan oppimalla, se on tuonut oivalluksen ja onnistumisen tunteita.” (essee 31)

Opettajan ja hänen opetuskäytänteidensä lisäksi matematiikan oppimista oli tiedonantajien kokemusten mukaan edistänyt myös **opetusryhmä**. Oppimista tukenut opetusryhmä oli tiedonantajista ollut koostumukseltaan samantasoinen, kooltaan pieni ja ilmapiiriltään turvallinen. Kun oppilas oli saanut opiskella omantasoisessa ryhmässä, opiskelu oli ollut mielekästä ja haasteet sopivia:

”opetuksesta sai paremmin kiinni, kun opetus annettiin oman taitotason mukaan”
(essee 3)

Pienessä opetusryhmässä taas oli ollut helppo kysyä ja ihmetellä.

Ilmapiiriltään suotuisana opetusryhmänä opiskelijat pitivät sellaista ryhmää, jossa ei ollut tarvinnut jännittää, jossa oli ollut turvallista ja jossa oli ollut innostava sekä rohkaiseva ilmapiiri. Epäonnistumista ei ollut tarvinnut pelätä. Ryhmän rakenne ja vuorovaikutus olivat tukeneet matematiikan oppimista.

Opetusryhmän koon ja koostumuksen ohella myös siinä opiskelevien vertaisten, **luokkakaverien**, nähtiin vaikuttaneen matematiikan oppimiseen. Laskeminen ja opiskelu yhdessä luokkakavereiden kanssa miellettiin oppimista edistäneeksi tekijäksi. Tämä tulikin tulosluvussa esille jo siinä, että opetusmenetelmien kohdalla ryhmätyöskentelyä lisänneet menetelmät oli koettu oppimisen näkökulmasta suotuisina. Yhdessä opiskelu ja ratkaisujen miettiminen oli saattanut olla vuoropuhelua parin tai koko ryhmän kesken. Oppimista nähtiin edistäneen etenkin erilaisten näkökulmien jakamisen:

”Ryhmässä opiskelijoilla on usein erilaisia näkemyksiä laskemisesta, joka antaa uusia näkökulmia laskemiseen.” (essee 6)

E erityisen paljon yhdessä opiskelusta koettiin hyötyneen silloin, jos ryhmän muut oppilaat olivat olleet oppilasta itseään hieman taidokkaampia. Luokkakavereilta saatu vertaisapu oli yleensäkin edistänyt oppimista:

”Yläkoulussa luokkatoverini opetti minulle -kylläkin fysiikan laskuja- mutta pidin sitä hyvänä asiana ja opin ne.” (essee 19)

Tiedonantajien kokemusten mukaan, jos kaverit olivat tykänneet matematiikasta, oli ollut mukava laskea yhdessä. Tämän ajattelen lisänneen matematiikkaan liittynyttä vuorovaikutusta entisestään.

Koulun ulkopuolella oppimista edistäneenä ympäristönä pidettiin tiedonantajien kokemusten mukaan sellaista **perheympäristöä**, jossa vanhemmat olivat olleet matematiikasta

innostuneita ja matematiikassa kannustaneita, ja jossa vanhemmat tarvittaessa olivat myös auttaneet sekä keskustelleet matematiikkaan liittyneistä asioista. Konkreettisen tuen lisäksi perheen tuki oli siis ilmennyt myös myönteisenä tunneilmapiirinä. Erityisesti äidin rooli matematiikan oppimisen suhteen nähtiin merkityksellisenä:

”Luulen, että omalla äidilläni on voinut olla jopa isompi rooli matemaattisen ajattelun kasvussa kuin peruskoulun opettajilla. Äitini on edelleen hyvin innostunut ja utelias ratkaisemaan matemaattisia asioita.” (essee 25)

6.2 Matematiikan oppimista heikentäneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Toisessa tutkimuskysymyksessäni kysyin, mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaistenkokemusten mukaan ovat heikentäneet heidän matematiikan oppimistaan. Myös tämän kysymyksen osalta jaoin tekijät Kosolan (2023) mallin mukaisiin pääluokkiin eli oppilaaseen liittyneisiin tekijöihin ja ympäristöön liittyneisiin tekijöihin.

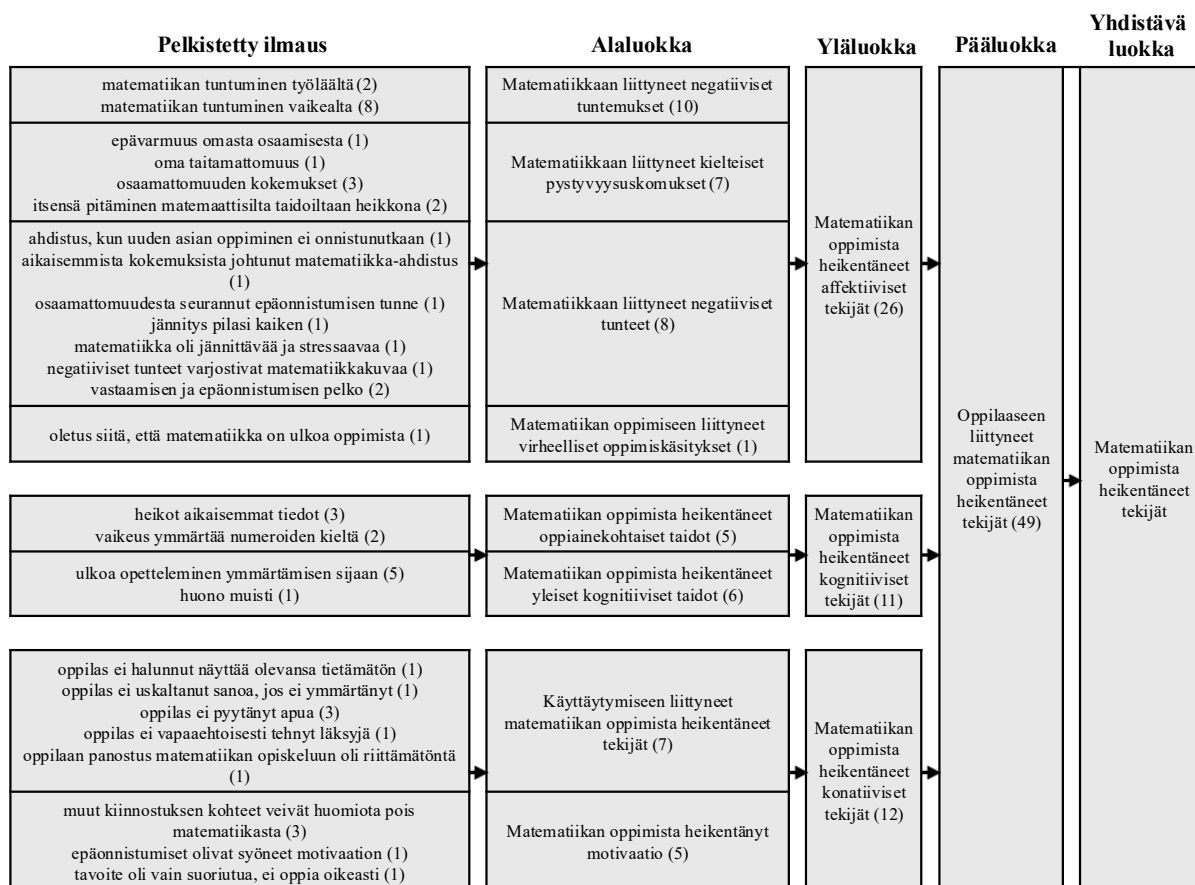
6.2.1 Matematiikan oppimista heikentäneet oppilaaseen liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Oppilaaseen liittyneistä matematiikan oppimista heikentäneistä tekijöistä muodostui kolme yläluokkaa: 1) matematiikan oppimista heikentäneet affektiiviset tekijät, 2) matematiikan oppimista heikentäneet kognitiiviset tekijät ja 3) matematiikan oppimista heikentäneet konatiiviset tekijät (ks. kuvio 5.). Toisin kuin oppilaaseen liittyneiden matematiikan oppimista edistäneiden tekijöiden pääluokassa, tässä pääluokassa ei muodostunut oppilaan luonnetekijöihin viitannutta yläluokkaa. Kukaan tiedonantajista ei matematiikan oppimista heikentäneitä tekijöitä pohtiessaan ollut maininnut luonnetekijöitä. Tämän perusteella oppimista heikentäneet tekijät koettiin ennemminkin kokemuksellisiksi ja muuttuviksi kuin ihmisille ominaisiksi ja pysyviksi tekijöiksi.

Matematiikan oppimista heikentäneiden **affektiivisten tekijöiden** yläluokka piti sisällään matematiikkaan liittyneiden negatiivisten tuntemusten, kielteisten pystyvyysuskomusten, negatiivisten tunteiden ja virheellisten oppimiskäsitysten alaluokat. Näissä kaikissa korostui kokemus jonkinlaisesta haasteellisuudesta ja vaikeudesta. Matematiikkaan liittyneet negatiiviset tuntemukset liittyivät matematiikan työläyteen tai vaikealta tuntumiseen:

”Koen, että itselleni matematiikka on ollut hyvin haastavaa ajoittain ja sen takia motivaatio opetella matematiikkaa on ollut usein hukassa.” (essee 24)

Kuten aineistoesimerkistä voidaan havaita, vaikealta tuntuminen on vaikuttanut oppilaan oppimiseen etenkin motivaation välityksellä. Kun oppiaine on ollut oppilaan lähikehityksen vyöhykkeen ulkopuolella, tavoittamattomissa, motivaatio ei ole riittänyt opiskelun aloittamiseen, saati jatkamiseen.



Kuvio 5. Matematiikan oppimista heikentäneet oppilaaseen liittyneet tekijät

Kielteiset pystyvyysuskomukset ilmenivät aineistossa epävarmuutena omasta osaamisesta, taitamattomuuden ja osaamattomuuden kokemuksina sekä itsensä pitämisenä matemaattisilta taidoiltaan heikkona.

”Muistan joskus itkeneeni matematiikan kotitehtäviä tehdessäni, kun en ymmärtänyt miten niitä tehdään. Tästä jäi itselleni huonoja jälkiä matematiikan oppimisesta.” (essee 29)

Edellinen aineistoesimerkki kuvaa sitä, miten osaamattomuudesta seuraavat epätoivon hetket voivat jättää oppijaan pysyvän jäljen. Epäonnistumiset lannistavat ja saattavat johtaa jopa pysyvästi heikkoon matemaattiseen itseluottamukseen:

”Ajattelin vain olevani heikko näissä tehtävissä ja ehkä sopeuduin siihen ajatukseen.” (essee 18)

Negatiivisten tunteiden alaluokka puolestaan muodostui matematiikkaan liittyneen ahdistuksen, epäonnistumisen, jännityksen, stressin ja pelon tunteista. Ahdistusta ja epäonnistumisen tunteita oli ilmennyt, kun uuden asian oppiminen ei ollut onnistunut tai aikaisemmat epäonnistumiset olivat jääneet kummittelemaan mieleen. Tämä ilmeni jo viimeistä edeltävässä aineistoesimerkissä. Epäonnistumiset olivat saaneet oppilaan myös jännittämään ja stressaamaan vastaamista sekä pelkäämään uusia epäonnistumisia:

”Usein huomasin, että jännitys pilasi kaiken.” (essee 36)

Matematiikan oppimista oli yhden tiedonantajan kokemuksen mukaan heikentänyt myös se virhekäsitys, että hän oli luullut matematiikan oppimisen olevan pelkkää ulkoa oppimista. Tästä syystä hänen oppimisstrategiansa eivät olleet olleet kovin tehokkaita.

Matematiikan oppimista heikentäneiden **kognitiivisten tekijöiden** yläluokka sisälsi oppimista heikentäneiden oppiainekohtaisten taitojen sekä oppimista heikentäneiden yleisten kognitiivisten taitojen alaluokat. Opiskelijoiden kokemusten mukaan heikoksi jäänyt matemaattinen pohja oli matematiikan kumulatiivisen luonteen vuoksi vaikeuttanut uuden oppimista:

”ongelmaksi muodostui se, että matematiikka rakentuu edellisen tiedon päälle, joten oli vaikeaa ottaa kiinni kun ei edes ymmärtänyt edellisiä asioita” (essee 23)

Lisäksi numerot ja erilaiset kaavat olivat aiheuttaneet joillekin opiskelijoille haasteita. Matematiikan kieli oli koettu ymmärtämiseen liian vaikeaksi, mikä osaltaan oli lisännyt kokemusta myös koko oppiaineen vaikeudesta.

Yleisistä kognitiivisista taidoista ulkoa opettelua painottaneiden oppimisstrategioiden ja huonoksi koetun muistin nähtiin heikentäneen oppimista. Muisti on oppimisen kulmakivi, joten sen puutteiden olikin koettu vaikeuttaneen oppimista huomattavasti.

Matematiikan oppimista heikentäneiden **konatiivisten tekijöiden** yläluokkaan kuului sekä käyttäytymiseen että motivaatioon liittyneitä tekijöitä kuten edistäneidenkin konatiivisten tekijöiden luokassa. Käyttäytymisen nähtiin heikentäneen matematiikan oppimista, jos oppilas

ei ollut halunnut näyttää olleensa tietämätön, jos hän ei ollut uskaltanut kertoa ymmärtämättömyydestään tai jos hän ei ollut halunnut tai uskaltanut pyytää apua. Tämä oli vaikeuttanut oppimista etenkin silloin, jos opettaja ei pyytämättä ollut tarjonnut tukeaan:

”Harvemmin kysyin apua tehtäviin, yritin enemmänkin tehdä niin pitkälle kuin osasin, jos en vielääkään osannut niin usein luovutin avun kysymisen sijaan.”
(essee 24)

Käyttäytymisen ja oman toiminnan vaikutus oppimiseen koettiin negatiiviseksi myös silloin, jos oppilas ei ollut tehnyt vapaaehtoisesti kotitehtäviään tai jos hän ei muuten ollut panostanut matematiikkaan riittävästi. Matematiikan oppimisessa toistojen ja harjoittelun ollessa oleellisia tekijöitä, tällaisten tekijöiden puuttuminen ei voi olla oppimisen näkökulmasta muuta kuin oppimista heikentävä asia.

Heikon motivaation oppimista heikentänyt vaikutus puolestaan ilmeni aineistossa muun muassa siinä, että muut kiinnostuksen kohteet olivat vieneet huomion pois matematiikasta. Motivaatiota olivat saattaneet heikentää myös aiemmin mainitut toistuvat epäonnistumiset. Toisaalta motivaatiota oli joissakin tapauksissa saattanut löytyä, mutta se oli ollut suorituskeskeiseltä tyypiltään oppimiselle epäsuotuisaa. Joidenkin tiedonantajien tavoitteena oli ollut vain suoriutua tehtävistä eikä oppia syvällisesti:

”Jokaisen kurssin tavoite oli enemmänkin päästä läpi kuin oppia oikeasti jotain.”
(essee 11)

6.2.2 Matematiikan oppimista heikentäneet ympäristöön liittyneet tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Analyysin seurauksena matematiikan oppimista heikentäneiden ympäristöön liittyneiden tekijöiden pääluokkaan hahmottui kuusi yläluokkaa. Ne olivat 1) matematiikan oppimista heikentänyt perheympäristö, 2) matematiikan oppimista heikentänyt opetusryhmä, 3) matematiikan oppimista heikentäneet luokkakaverit, 4) koulun tekemät oppimista heikentäneet opettajavalinnat, 5) matematiikan oppimista heikentänyt opetussuunnitelma sekä 6) matematiikan oppimista heikentänyt opettaja ja hänen käytänteensä. Toisin kuin matematiikan oppimista edistäneiden ympäristötekijöiden yläluokassa, tässä yläluokassa tulivat siis esille myös koulun hallintoon ja opetussuunnitelmaan liittyneet rakenteelliset tekijät (ks. kuvio 6.).

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka	Yhdistävä luokka
kannustuksen puute (1) kukaan ei ollut kiinnostunut oppilaan matematiikan arvosanoista (1) vanhemmat eivät kyenneet neuvomaan tehtävissä (1) äiti sai uskomaan huonoon matikkapäähän (1)	Vanhemmat, jotka eivät kannustaneet (1) Vanhempien välinpitämättömyys matematiikan arvosanojen suhteen (1) Vanhempien avun puute (1) Negatiivisia matematiikkauskomuksia tartuttanut äiti (1)	Matematiikan oppimista heikentänyt perheympäristö (4)	Ympäristöön liittyneet matematiikan oppimista heikentäneet tekijät (93)	Matematiikan oppimista heikentäneet tekijät
iso oppilasryhmä (1) samassa tilassa oli monta luokka-astetta, mistä seurasi paljon kirjatehtäviä (1) rauhaton ryhmä kulutti käyttäytymisellään opetusaikaa (2) rauhaton ryhmä (1) heikkotasoisien tasoryhmään joutuminen ei tuntunut hyvältä (1) luokan silmissä avun pyytäminen oli noloa (1) luokan suhtautuminen matematiikkaa kohtaan oli melko negatiivinen (1) luokan yleinen suhtautuminen matematiikkaa kohtaan tarttui (1)	Suuri opetusryhmä (1) Koostumukseltaan oppimista vaikeuttanut opetusryhmä (5) Ilmapiiriltään epäsuotuisa opetusryhmä (3)	Matematiikan oppimista heikentänyt opetusryhmä (9)		
nopeammin eteneviin luokkakaveriin vertaaminen aiheutti ahdistusta (1) luokkakaveriin vertaaminen synnytti paineita (1)	Matematiikassa paremmin suoriutuneet luokkakaverit (2)	Matematiikan oppimista heikentäneet luokkakaverit (2)		
sijaiset opettivat ei-ymmärrettävästi (1) opettaja vaihtui usein ja aina täytyi opetella uuden opettajan tavat (1) opettaja vaihtui usein ja uudella opettajalla kesti oppia tuntemaan uudet oppilaansa (1)	Ammattitaidottomat sijaiset (1) Usein vaihtuneet opettajat (2)	Koulun tekemät oppimista heikentäneet opettajavalinnat (3)		
opetellut asiat eivät liittyneet käytännön elämään ja ne olivat liian abstrakteja (1)	Liian abstraktit oppiainesisällöt (1)	Matematiikan oppimista heikentänyt opetussuunnitelma (1)		
opettaja ei osannut opettaa (6) opettaja ei osannut selittää asioita ymmärrettävästi (1) opettaja ei selittänyt (4) opettajalla oli vaikeuksia kurinpidossa (1) opettaja ei osannut innostaa (1) opettaja antoi apua vain vähän tai ei lainkaan (8) opettajan ja oppilaan väliset kommunikaatio-ongelmat vaikuttivat oppimista (3) opettaja suhtautui oppilaaseen negatiivisesti (5) suhde opettajaan oli huono (2) tehtävien parissa puurettiin hiljaa yksin (6) opetusmenetelmät olivat yksipuolisia (9) oppitunnit olivat tylsiä (1) opetustapa ei ollut nykyaikainen (1) opetusmenetelmät olivat oppilasta passiivisia (7) ulkoa opettelemista painotettiin ymmärtämisen sijaan (3) etenemistähti oli nopea (6) opettaja kävi aiheita läpi vain pinnallisesti (1) konkreettisia opetusvälineitä ei ollut (4) opettaja määräsi vastaajan (1) tylsä opettaja (1) pelottava opettaja (1) tupakalta haissut opettaja, jolta ei halunnut pyytää apua (1) matematiikan tunteja käytettiin muuhun tarkoitukseen (1)	Opetustaidoiltaan huono opettaja (11) Negatiivisesti vuorovaikuttanut opettaja (20) Opettajan käyttämät oppimista heikentäneet opetusmenetelmät (39) Oppimista heikentäneet opettajan henkilökohtaiset ominaisuudet (3) Opettaja käytti matematiikan oppitunteja muuhun kuin matematiikkaan (1)	Matematiikan oppimista heikentänyt opettaja ja hänen käytäntensä (74)		

Kuvio 6. Matematiikan oppimista heikentäneet ympäristöön liittyneet tekijät

Koulun tekemät matematiikan oppimista heikentäneet **opettajavalinnat** -yläluokka muodostui aineistossa esitetyistä ilmauksista, jotka liittyivät tyytymättömyyteen ammattitaidottomia sijaisia tai usein vaihtuneita opettajia kohtaan. Tiedonantajien kokemusten mukaan sijaisten opetuksesta ei aina ollut saatu mitään irti. Usein vaihtuneiden opettajien puolestaan nähtiin heikentäneen oppimista siksi, että oppilailla oli kulunut kauan aikaa uuden opettajan opetustyylin oppimiseen. Lisäksi uudella opettajalla oli kestänyt oppia tuntemaan uudet oppilaansa ja heidän osaamistarpeensa.

”Minun luokallani oli ala-asteella ainakin viisi eri luokanopettajaa. – – Uuden opettajan oli varmasti haastava – – oppia tuntemaan ja näkemään erilaiset oppimisen haasteet, mikäli ei itse osannut nostaa niitä esiin.” (essee 4)

Oheinen aineistoesimerkki muistuttaa osaltaan siitä, miten tärkeää opettajan on opetusta yksilöllisesti mukauttaakseen tuntea oppilaansa. Oppilaantuntemus ohjaa sopivien opetusmenetelmien valintaa ja on tämän välityksellä koko oppimisprosessin tärkeä osa.

Myös **opetussuunnitelman** nähtiin heikentäneen matematiikan oppimista. Joidenkin oppiainesisältöjen koettiin olleen liian abstrakteja ja etäällä oppilaan käytännön elämästä, mikä oli vähentänyt kiinnostusta matematiikan opiskelua kohtaan. Matematiikan oppimista ei ollut koettu tarpeelliseksi:

”Mielestäni jotkut asiat menivät myös liian kauas käytännön elämästä, eli ne olivat minulle liian abstrakteja, sillä olen hyvin käytännönläheinen ihminen.” (essee 2)

Kuten edistäneidenkin tekijöiden tapauksessa, myös heikentäneiden tekijöiden kohdalla **opettajan** rooli oppimiseen vaikuttajana korostui. Opettajan koettiin heikentäneen matematiikan oppimista, jos hänellä oli ollut huonot opetustaidot, vuorovaikutus oppilaan kanssa oli ollut negatiivista, opetusmenetelmät olivat olleet oppimista heikentäneitä tai hänellä oli ollut oppimista heikentäneitä henkilökohtaisia ominaisuuksia. Opettaja oli myös saattanut käyttää matematiikan oppitunteja ihan muuhun tarkoitukseen kuin matematiikan opiskeluun, mikä oli vähentänyt opetukseen ja opiskeluun käytettyä aikaa:

”Musiikkiluokan opettajani käytti usein matematiikan tunteja kuoroharjoituksiin, joten matematiikka jäi vähälle opetukselle ja oma kokemukseni siitä jäi vähäiseksi.” (essee 9)

Huonot opetustaidot ilmenivät aineistossa muun muassa siinä, että opettaja ei tiedonantajien kokemusten mukaan ollut osannut opettaa ja selittää matematiikkaan liittyneitä sisältöjä ymmärrettävästi:

”Lukion matematiikan opettaja oli varmasti todella lahjakas matematiikassa, mutta hän ei osannut selittää opeteltavia asioita niin, että olisin niitä ymmärtänyt.” (essee 2)

Vuorovaikutushaasteet puolestaan olivat tiedonantajien kokemusten mukaan aiheuttaneet vaikeuksia muun muassa työrauhan ylläpitämiseen:

”Omalla opettajalla oli haasteita saada kuri luokkaan ja se ajoittain häiritsi oppimista ja opettamista.” (essee 40)

Työrauha on joillekin oppilaille ehdoton keskittymisen edellytys, joten puuttuessaan se voi aiheuttaa oppimiselle joskus jopa ylitsepääsemättömän esteen.

Opettajalla oli tiedonantajien näkemysten mukaan saattanut olla haasteita myös oppilaiden innostamisessa. Motivointikeinot olivat olleet puutteellisia. Vuorovaikutukseen omat ongelmansa oli tuonut myös se, jos opettaja oli antanut apua vain vähän tai ei lainkaan, hänellä oli ollut kommunikaatio-ongelmia oppilaan kanssa, hän oli suhtautunut oppilaaseen negatiivisesti tai suhde oppilaaseen oli ollut muulla tavalla huono. Opettaja ei ollut ehtinyt auttamaan kaikkia tai sitten hän oli olettanut kaikkien osaavan. Apua oli pitänyt pyytää. Sitä ei ollut muuten saanut. Suhde opettajaan oli saattanut olla myös sellainen, ettei apua ollut kehdannut kysyä. Joku vastaajista ei ollut luottanut opettajaansa. Myös kemioiden kohtaamisessa oli ollut haasteita.

Kommunikaatio-ongelmat ilmenivät aineistossa siinä, että oppilas ei kertomansa mukaan ollut saanut opettajan puheesta selvää tai yhteinen kieli oli tuntunut puuttuvan kokonaan. Opettajan negatiivinen suhtautuminen oppilaaseen oli puolestaan näkynyt siinä, että opettaja ei tiedonantajien kokemusten mukaan ollut uskonut oppilaaseen, hän oli häpäissyt oppilaan luokan edessä, piikitellyt oppilasta, ärsyyntynyt oppilaan osaamattomuudesta tai hän oli opettanut oppilaalle vain sen, ettei oppilas osaa.

”Lisäksi minun ja lukion matematiikanopettajan kemiat eivät olleet parhaat mahdolliset. Emme siis ymmärtäneet toisiamme kovinkaan hyvin ja välillä se näkyi opettajan piikitelyllä, mikä puolestaan vaikutti minun oppimismotivaatiooni.” (essee 12)

”Ensimmäisillä matematiikan tunneilla alakoulun opettajani turhautui minuun ja otti minut luokan eteen sanoen; ” Tämä tyttö ei koskaan tule oppimaan matematiikkaa”. Se hetki oli ahdistava ja mielestäni hän häpäisi minut luokan edessä.” (essee 36)

Yllä olevat aineistoesimerkit antavat viittauksia siitä, miten vuorovaikutushaasteet vaikuttavat oppimiseen etenkin motivaation heikentymisen ja negatiivisten tunteiden kautta.

Opiskelijoiden kokemusten mukaan myös opettajan käyttämät opetusmenetelmät olivat saattaneet heikentää oppimista. Yksinpuurtamista korostaneet, yksitoikkoiset, tylsät, vanhanaikaiset, oppilasta passivoineet ja ulkoa opettelua painottaneet, niin kutsutut perinteiset opetusmenetelmät oli koettu oppimisen kannalta huonoiksi menetelmiksi. Kielentämisen vähäisyys, oppikirjakeskeisyys, luennointipainotteisuus ja toiminnallisuuden puute oli nekin koettu oppimista heikentäneiksi tekijöiksi.

”Opin parhaiten miettimällä ja lukemalla tehtäviä ääneen, mikä aiheutti mm. matematiikan tunneilla haasteita, kun ei saanut pitää ääntä.” (essee 29)

Tämän aineistoesimerkin mukaan erityisen haastavaa oppimisessa oli ollut se, jos matematiikkaan ja sen opiskeluun liittyneistä asioista ei ollut saanut puhua ääneen. Tämä oli rajoittanut muun muassa aistien monipuolista hyödyntämistä ja sosiaalisessa vuorovaikutuksessa tapahtuvaa oppimista.

Oppimista koettiin heikentäneen myös sen, jos opetuksessa oli edetty nopeasti ja aiheita oli käyty läpi vain pinnallisesti:

”kun tunneilla edettiin nopeasti, oli oppiminen hyvin pinnallista” (essee 29)

Kuten monesti olen jo todennut, oppiminen vaatii toistoja ja harjoittelua. Kiire ja nopea eteneminen vähentävät toistojen ja harjoittelun määrää, mikä osaltaan vaikuttaa pysyvien muistijälkien syntymiseen ja ehyiden tietoverkkojen muodostumiseen.

Myös konkreettisten opetusvälineiden puuttuminen ja se, että opettaja oli määrännyt vastaajan, olivat heikentäneet oppimista.

”matematiikan tunnin alussa kävimme läpi kotiläksyt opettajan määräten vastaajan, joka tuntui mielestäni ahdistavalta” (essee 6)

Vastaamiseen määrääminen on aiheuttanut ahdistusta, joka negatiivisena tunteena on heikentänyt oppimista.

Henkilökohtaisilta ominaisuuksiltaan opettaja koettiin oppimista heikentäneeksi, jos hän oli ollut tylsä, pelottava tai tupakalta haiseva:

”Yläkoulun opettaja oli tupakoija, jota en halunnut viereeni, joten siellä en tainnut apua kysellä.” (essee 19)

Mitä ilmeisemmin tällaiset ominaisuudet ovat johtaneet etenkin opettajan ja oppilaan välisiin vuorovaikutushaasteisiin.

Opiskelijat olivat kokeneet myös **opetusryhmän** heikentäneen matematiikan oppimista, jos se oli ollut iso, koostumukseltaan oppimista vaikeuttanut tai ilmapiiriltään epäsuotuisa.

Oppiminen oli koettu hankalaksi, jos samassa luokkatilassa oli ollut monta luokka-astetta. Tällöin kirjatehtäviä oli ollut paljon. Myös rauhaton opetusryhmä oli heikentänyt oppimista. Tällaisessa opetusryhmässä opettajan opetusaikaa oli kulunut liikaa ryhmän kurinpitämiseen. Toisaalta myös luokittelu erilaisiin tasoryhmiin oli saattanut heikentää oppimista. Etenkin heikkotasoisessa ryhmässä opiskelleet oppilaat tunsivat leimautuneensa huonoiksi oppijoiksi eikä sellainen ollut houkutellut oppimaan lisää:

”Yläkouluikäinen on herkässä iässä ja – – luokittelu hyviin, keskivertoihin ja huonoihin noin näkyvästi ei tuntunut hyvältä.” (essee 3)

Luokkahuoneilmaston koettiin vaikuttaneen matematiikan oppimiseen negatiivisesti, jos avun pyytäminen luokassa oli tulkittu noloksi, luokka oli suhtautunut matematiikkaan yleisesti kielteisesti ja tämä suhtautumistapa oli tarttunut oppilaasta toiseen. Epäsuotuisassa luokkahuoneilmastossa avun pyytäminen oli tulkittu jonkinlaiseksi tyhmyydeksi, ja negatiivinen suhtautuminen matematiikkaa kohtaan oli aiheuttanut häiriötä työrauhaan:

”Koin myös todella noloksi silloin neuvon pyytämisen, koska luokan ilmapiiri oli sellainen, että joutui huonoon valoon, jos ei osannut kaikkea hyvin.” (essee 7)

”oppilaiden yleinen suhtautuminen matematiikkaan oli aika negatiivista ja monesti matikantunnit olivatkin rauhattomia” (essee 37)

Myös ison opetusryhmän koettiin heikentäneen matematiikan oppimista. Opettajalla ei ollut ollut aikaa auttaa kaikkia oppilaita.

Oppimista heikentäneidenkin tekijöiden kohdalla opetusryhmän koon ja koostumuksen lisäksi myös siinä opiskelleiden **luokkakaverien** koettiin vaikuttaneen matematiikan oppimiseen.

Luokkakaverit olivat heikentäneet matematiikan oppimista lähinnä vertailun mahdollistamisen kautta. Oppilas oli saattanut ahdistua, kun hän oli verrannut itseään nopeammin edenneisiin luokkakavereihin. Toisaalta hänelle oli vertaamisesta saattanut syntyä myös oppimista vaikeuttaneita paineita:

”Osa luokkatovereistani oppi nopeammin ja olivat todella taitavia matematiikassa, mikä aiheutti itselle jonkin verran paineita pysyä muiden mukana.” (essee 29)

Oppimista heikentänyt **perheympäristö** puolestaan ilmeni opiskelijoiden kokemuksissa muun muassa kannustuksen puutteena ja oppilaan matematiikan arvosanoihin liittyneenä

välinpitämättömyytensä. Toisaalta se näkyi myös vanhempien neuvomisvalmiuksien vähyytenä tai huonoon matikkapäähän liittyneiden uskomusten välittämisenä:

”Olin todella suurissa haasteissa, koska olisin tarvinnut tukea joissakin tehtävissä, mutta sitä ei ollut lähipiirissäni tarjolla. Vanhemmillani ei ollut lainkaan valmiuksia neuvoa sen tason matematiikassa, koin rämpiväni suossa takamatkalla.” (essee 15)

”Äiti vain sanoi, että minulla on huono matikkapää ja tähän uskomukseen jäin itsekin moneksi vuodeksi.” (essee 36)

6.3 Matematiikan oppimiseen vaikuttanut määrällisesti merkittävin tekijä luokanopettajaopiskelijoiden omiin kokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa

Kolmannessa tutkimuskysymyksessäni kysyin, mikä esille tulleista matematiikan oppimiseen vaikuttaneista tekijöistä nousi aineistossa määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi.

Vastauksen löysin sisällönanalyysin tulokset kvantifioimalla.

Sisällönerittelyn ja kvantifioinnin seurauksena esseistä löytyi yhteensä 348 tutkimuskysymyksiin liittyntä alkuperäisilmausta. Näistä 206 oli matematiikan oppimisen edistämiseen liittyneitä ilmauksia ja 142 matematiikan oppimisen heikentämiseen liittyneitä ilmauksia. Alkuperäisten ilmauksien luokkakohtaiset määrät on esitetty alalukujen 6.1 ja 6.2 kuvioissa 3.–6. Kuvioista nähdään, että sekä matematiikan oppimista edistäneiden että heikentäneiden tekijöiden kohdalla ympäristöön liittyneet ilmaukset korostuvat verrattuna oppilaaseen liittyneisiin ilmauksiin. Matematiikan oppimista edistäneisiin ympäristötekijöihin liittyneitä ilmauksia oli yhteensä 60,2 % (124 kpl) kaikista edistämiseen viitanneista ilmauksista ja heikentäneisiin ympäristötekijöihin liittyneitä ilmauksia jopa 65,5 % (93 kpl) kaikista heikentämiseen viitanneista ilmauksista.

Ympäristöön liittyneistä tekijöistä erityisesti opettajan vaikutus matematiikan oppimiseen korostui. Opettaja mainittiin 101 matematiikan oppimisen edistämiseen liittyneessä ilmauksessa ja 74 oppimisen heikentämiseen liittyneessä ilmauksessa eli yhteensä 175 ilmauksessa (50,3 % kaikista alkuperäisilmauksista). Tämä tarkoittaa sitä, että 49,0 % kaikista matematiikan oppimisen edistämiseen liittyneistä ilmauksista oli opettajaan liittyneitä. Oppimisen heikentämiseen liittyneissä ilmauksissa vastaava prosenttiluku puolestaan oli 52,1 %. Ympäristöön liittyneistä edistäneistä maininnoista 81,5 % oli opettajaan liittyneitä.

Vastaavasti ympäristöön liittyneistä heikentäneistä maininnoista 79,6 % oli opettajaan liittyneitä.

Kaikista opettajaan liittyneistä tekijöistä opettajan käyttämällä opetusmenetelmillä näytti olleen määrällisesti suurin merkitys oppimisen suhteen. Esseissä yhteensä 51 ilmauksessa viitattiin opettajan käyttämiin oppimista edistäneisiin opetusmenetelmiin, ja 39 ilmauksessa tuotiin esiin opettajan käyttämien opetusmenetelmien heikentävä vaikutus oppimiseen. Hieman yli puolet (50,5 %) opettajaan liittyneistä matematiikan oppimisen edistymiseen liittyneistä alkuperäisilmauksista viittasi opettajan käyttämien opetusmenetelmien vaikutukseen. Opettajaan liittyneistä matematiikan oppimisen heikentymiseen liittyneistä ilmauksista 52,7 % viittasi opetusmenetelmiin ja niiden vaikutukseen. Aineiston perusteella määrällisesti merkittävin matematiikan oppimiseen vaikuttanut tekijä on siis ollut opettaja ja erityisesti hänen käyttämänsä opetusmenetelmät.

7 Pohdinta

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luokanopettajaopiskelijoiden kirjoittamien Minä ja matematiikka -esseiden (N = 41) sisältöä analysoimalla selvittää, millainen matematiikan oppimiskuva luokanopettajaopiskelijoille on heidän omien matematiikan oppimiskokemustensa seurauksena tulevan opetustyön lähtökohdaksi muodostunut. Halusin saada selville, mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat 1) edistäneet tai 2) heikentäneet heidän matematiikan oppimistaan, ja 3) mikä näistä tekijöistä nousee aineistossa määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi. Selvityksen ja teoriatietoon vertaamisen avulla halusin tutkia, voisiko näistä matematiikan oppimiskuvista löytyä selittäjää huonontuneille matematiikan oppimistuloksille. Tässä viimeisessä luvussa vedän vielä yhteen tutkimukseni oleelliset tulokset sekä pohdin sitä, mistä tulokseni kertovat ja mitä annettavaa niillä on oppimistuloskeskustelulle. Lisäksi arvioin tutkimustyöni onnistumista, ja tuon esille ajatuksiani mahdollisista jatkotutkimusideoista.

7.1 Tutkimustulosten yhteenveto ja tarkastelu

Kahden ensimmäisen tutkimuskysymykseni avulla halusin selvittää, mitkä tekijät luokanopettajaopiskelijoiden omien koulu- ja opiskeluaikaisten kokemusten mukaan ovat vaikuttaneet heidän matematiikan oppimiseensa. Näiden kysymysten kautta ajattelin pääseväni käsiksi tutkimukseni keskiössä olleisiin luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuviin eli heidän kuviinsa siitä, miten oppiminen tapahtuu ja mikä oppimisessa on tärkeää (ks. esim. Pehkonen 1995, 19–20).

Tutkimuksessani sain selville, että luokanopettajaopiskelijoiden kouluaikaisiin oppimiskokemuksiin perustuvissa matematiikan oppimiskuvissa matematiikan oppimiseen nähtiin vaikuttaneen moniulotteinen joukko erilaisia toisiinsa kietoutuneita tekijöitä. Matematiikan oppimiseen vaikuttaneiden tekijöiden määrä ei yllättänyt, sillä Halisen ja kumppaneiden (2016) mukaanhan oppimiseen vaikuttaa karkeasti sanottuna kaikki, mitä yksilön sisällä ja ympärillä tapahtuu.

Aikaisemmassa tutkimuskirjallisuudessa jo esimerkiksi Tynjälä (2004), Salminen (2015, 2016), Mononen ym. (2017), Algani ja Eshan (2019) sekä Kosola (2023) ovat jaotelleet oppimiseen liittyviä tekijöitä oppimisympäristöön ja oppijaan liittyviin tekijöihin.

Samanlainen pääluokittelu syntyi myös minun tutkimuksessani. Tulkintani pohjalta syntyneet pääluokat saavat siis vahvistusta muista tutkimuksista.

Tutkimustulosteni mukaan matematiikan oppimiskuvissa matematiikan oppimiseen vaikuttivat sekä oppijaan itseensä liittyneet affektiiviset, kognitiiviset ja konatiiviset tekijät, että oppimisympäristöksi luokiteltavat opetusryhmä, perhe ja luokkakaverit sekä opettaja ja hänen käytänteensä. Edistäneeksi tekijäksi koettiin myös oppijan matematiikan oppimista tukeneet luonteenpiirteet. Lisäksi opiskelijat kokivat matematiikan oppimisen suhteen kärsineensä koulun tekemistä huonoista opettajavalinnoista ja liian abstrakteihin oppiainesisältöihin ohjanneesta opetussuunnitelmasta. Tiivistettynä voidaan sanoa, että affektiivisiin tekijöihin liittyneet positiiviset ja myönteiset piirteet, osaaminen ja hyvät kognitiiviset taidot sekä aktiivinen toiminta ja hyvä motivaatio edistivät matematiikan oppimista. Negatiiviset ja kielteiset tunne- ja tuntemustekijät, virheelliset uskomukset ja käsitykset, osaamattomuus ja sen piilottelu, heikot kognitiiviset taidot, riittämätön panostus sekä motivaation puute taas heikensivät matematiikan oppimista. Ympäristöön liittynyt positiivisuus, myönteisyys, kannustus, apu, innostus, tieto ja taito edistivät nekin matematiikan oppimista, kun taas negatiivisuus, kielteisyys, kannustuksen ja avun puute sekä heikko osaaminen vaikuttivat näkemyksissä oppimiseen heikentävästi.

Kuten jo luvussa 5 mainitsin, käytin tutkimukseni teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä analyysia ohjaavana teoriana Kosolan (2023) laatimaa jaottelua oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. Tämän tutkimuksen aineistosta poimitut alkuperäisilmaukset eivät kuitenkaan suoraan sopineet tämän jaottelun kehyksiin. Etenkin oppilaaseen liittyneiden tekijöiden luokittelu vain kognitiivisiin, affektiivisiin ja fyysisiin tekijöihin tuntui epäsopivalta. Oppilaaseen liittyneiden tekijöiden osalta tutkimukseni tulokset mukailevatkin enemmän Huhtalan ja Laineen (2004) sekä Perkkilän (2018) jaottelua kognitiivisiin, affektiivisiin ja konatiivisiin tekijöihin. Tutkimukseni tulosten perusteella täydentäisinkin Kosolan (2023) laatimaa mallia lisäämällä oppilaaseen liittyviin tekijöihin vielä konatiivisten tekijöiden luokan. Lisäisin samaan tekijäluokkaan myös erillisen matematiikan oppimista edistäneiden luonnetekijöiden luokan, koska, kuten jo aikaisemmin totesin, luonteella on sekä affektiivisia, kognitiivisia että konatiivisia piirteitä.

Tutkimukseni kolmannen tutkimuskysymyksen avulla halusin kartoittaa sitä, mikä kaikista mainituista tekijöistä nousi aineistossa määrällisesti merkittävimmäksi tekijäksi. Sekä matematiikan oppimisen edistämässä että heikentämisessä merkittävimmäksi tekijäksi

ilmeni opettaja. Kaiken kaikkiaan hieman yli puolet (50,6 %) kaikista alkuperäisilmauksista liittyi tavalla tai toisella opettajaan. Opettajan erityisen suuren merkityksen matematiikan oppimisen suhteen ovat tutkimuksissaan havainneet myös esimerkiksi Guillaume ja Kirtman (2010), Lo (2021) sekä Kosola (2023), joten tutkimukseni tulos on linjassa aikaisempien tutkimusten tulosten suhteen myös tämän tutkimuskysymyksen osalta.

Tämän tutkimuksen aineiston mukaan luokanopettajaopiskelijoiden oppimiskuvissa opettaja vaikutti matematiikan oppimiseen etenkin valitsemiensa opetusmenetelmien kautta. Se, millä tavoin opettajat opettivat, koettiin hyvin tärkeäksi oppimisen onnistumisen kannalta.

Aikaisemmin muun muassa Belhu (2017, 6, 10) on tehnyt samanlaisia havaintoja. Tässä tutkimuksessa matematiikan oppimista edistäneisiin opetusmenetelmiin viitattiin 51

alkuperäisilmauksessa ja matematiikan oppimista heikentäneisiin opetusmenetelmiin 39 alkuperäisilmauksessa. Ilmauksissa korostuivat hyvien esimerkkien, matematiikan merkityksen havainnollistamisen, visualisoinnin, konkreettisten opetusvälineiden, kertaamisen, toistojen, kielentämisen, pistokokeiden, kokeiden huolellisen läpikäymisen, toiminnallisuuden ja itse kokeilemisen tärkeys matematiikan oppimisen edistämässä.

Vastaavasti yksinpuurtaminen; yksipuoliset, vanhanaikaiset ja oppilasta passivoineet opetusmenetelmät; tylsät oppitunnit, ulkoa opettelemisen painottaminen, konkreettisten opetusvälineiden puute sekä vastaamiseen pakottaminen koettiin matematiikan oppimisen näkökulmasta heikentäneiksi tekijöiksi.

Myös se mitä opetettiin, millaisissa määrin ja millaisessa aikahaarukassa, koettiin merkitykselliseksi. Kun oppimiseen varattiin riittävästi aikaa ja sisällöissä edettiin pienissä erissä oppilaiden taitotasoa huomioiden, nähtiin sen edistäneen matematiikan oppimista.

Vastaavasti nopean etenemistahdin ja sisältöjen pinnallisen läpikäymisen koettiin heikentäneen oppimista. Tällaisia etenemiseen ja etenemistähtiin liittyneitä havaintoja on aikaisemmin omassa tutkimuksessaan tehnyt myös Pietilä (2002).

Yhteneväisiä Pietilän (2002) tutkimustulosten kanssa olivat myös tässä tutkimuksessa saadut tulokset siitä, että ulkoa opettelemisen painottaminen ja yksin puurtaminen sekä yksitoikkoiset, opettajajohtoiset ja oppilasta passivoineet opetusmenetelmät koettiin pääsääntöisesti oppimista heikentäneiksi tekijöiksi. Vain yksi opiskelija koki opettajajohtoisesta opetustavan edistäneen hänen matematiikan oppimistaan. Hänen mukaansa se oli tuonut opetukseen kaivattua selkeyttä.

Luvussa 4 esittelemistäni tutkimuksista vanhin, Ellsworthin ja Bussin vuonna 2000 julkaistu tutkimus, on jo 26 vuotta vanha. Tutkimustulosten vertailun perusteella opettajaopiskelijoiden kuva matematiikasta ei tänä aikana ole kuitenkaan juurikaan muuttunut. Yhä edelleen luokanopettajaopiskelijat kokevat matematiikan oppimisen kannalta tärkeiksi ympäristötekijöiksi opettajat, perheenjäsenet, opiskeltavien asiasisältöjen yhteyden tosielämään, riittävän hitaan etenemisnopeuden sekä luokkahuoneopetuksessa käytetyt toiminnalliset leikit ja pelit. Pieni ero on siinä, että Ellsworthin ja Bussin mukaan vuonna 2000 peleissä ja leikeissä vaadittiin muistamista, mutta nykypäivänä peleissä korostetaan myös ymmärtämistä.

Kari Liljan (2002, 32–33) matematiikan oppimistuloksiin yhteydessä olevia tekijöitä käsitelleessä väitöskirjassa todettiin, että esimerkiksi Halinen ja kumppanit (1991, 26) ovat jo 1990-luvun alussa esittäneet, että suurimmat muutokset matematiikan opetuksessa tulisi tapahtua juuri opetusmenetelmissä. Halisen ja kumppaneiden mukaan jo tuolloin on ollut ajankohtaista oppilaskeskeisyyden ja yhdessä työskentelemisen lisääminen. Tämä minun tutkimukseni on tehty lähes 35 vuotta Halisen ym. tutkimusta myöhemmin. Tiedonantajien ikää ei minulla ole tiedossa, mutta he ovat saattaneet olla juuri tuon Halisen ja kumppaneiden tutkimuksen aikakauden peruskoulun oppilaita. Jonkinlaiseksi kehitykseksi voidaan ajatella se, että näiden nykyisten luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvissa esimerkiksi juuri yksin työskenteleminen ja oppilasta passivoivat opetusmenetelmät nähdään pääosin oppimista heikentäneinä tekijöinä, joten oletettavaa on, etteivät opettajat tule näitä menetelmiä mielellään enää tulevassa työssään käyttämään.

Tarkkaa tietoa minulla ei ole myöskään siitä, milloin tiedonantajat ovat peruskoulunsa (tai vastaavan) suorittaneet. Koska he kuitenkin ovat aikuisia, toisen asteen tai vastaavan koulutuksen suorittaneita henkilöitä, oletettavaa on, että heidän (perus)kouluajoistaan on aikaa vähintään kuusi vuotta. Kukaan ei esseessään kuitenkaan maininnut esimerkiksi toiminnanohjausta heikentävän stressin, unenpuutteen, yksinäisyyden tai liikkumattomuuden vaikutuksista oppimiseen, vaikka näiden yhteyksistä onkin viime vuosina keskusteltu paljon (ks. esim. Diamond 2013, 135). Koulukiusaamistilanteisiin (ks. esim. Ahtola 2016, 79) ei viitattu. Kukaan tiedonantajista ei myöskään tuonut esiin mobiililaitteiden vaikutusta matematiikan oppimiseen, vaikka niiden käyttö oppimisen tukena onkin hiljalleen yleistynyt jo omien 2000-luvun alun kouluvuosieni aikana. Syynä mainitsematta jättämiseen voi olla se, että tiedonantajien oma koulu aika sijoittuu ajalle ennen mobiililaitteita tai sitten he eivät ole kokeneet niitä matematiikan oppimisen kannalta merkityksellisiksi.

Tämän tutkimuksen yhteydessä esiteltiin aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna tässä tutkimuksessa ei havaittu uusia matematiikan oppimiseen vaikuttavia tekijöitä. Tämäkään ei tullut yllätyksenä, sillä matematiikan oppimiseen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu pitkään ja laajasti. Sen sijaan tämän tutkimuksen tuloksista jäi puuttumaan joitakin aikaisemmissa tutkimuksissa mainittuja matematiikan oppimiseen vaikuttavia tekijöitä. Muun muassa perheen aiheuttaman paineen, oppilaan hahmottamiskyvyn tai äkkipikaisen luonteen vaikutusta matematiikan oppimiseen ei tuotu esille tämän tutkimuksen aineistossa. Myöskään esimerkiksi oppilaan kielellisiä taitoja, fyysisiä tekijöitä, yleistä älykkyyttä, terveyttä, opettajan käyttämiä arviointimenetelmiä, pätevyyttä, matemaattisten taitojen heikkoutta tai opetuskokemusta, kouluympäristön infrastruktuuria tai perheen taloudellista tilannetta ei esseiden alkuperäisilmauksissa mainittu. Luokanopettajaopiskelijoiden tulevaa työnkuvaa ajatellen näistä poisjääneistä kiinnostavin oli mielestäni opettajan käyttämät arviointimenetelmät. Esimerkiksi Tynjälän (2004) mukaan oppimistuloksista saatu arviointi vaikuttaa oppimiseen edelleen oppijan uusissa oppimistilanteissa, joten tässä mielessä arviointimenetelmät ovat oleellisia oppimiseen vaikuttavia tekijöitä. Se, että opiskelijat eivät kokeneet arviointimenetelmiä matematiikan oppimisen kannalta maininnan arvoisiksi, saattaa olla merkki siitä, että opiskelijoiden matematiikan oppimiskuvissa on niiden suhteen jonkinlaisia puutteita.

7.2 Tutkimuksen luotettavuuden ja eettisyyden arviointi

Koska tieteellisen tutkimuksen tekemisessä pyritään välttämään virheitä, kuuluu hyvään tutkimuskäytäntöön se, että tutkimusraportissa arvioidaan ja perustellaan myös tutkimuksen luotettavuutta (Aaltio & Puusa 2020; Tuomi & Sarajärvi 2018, 158). Sillä tarkoitetaan tutkimustulosten riippumattomuutta satunnaisista ja epäolennaisista tekijöistä (Aaltio & Puusa 2020). Tässä alaluvussa pohdinkin tutkimukseni luotettavuuteen liittyviä seikkoja. Ensin käsittelen luotettavuutta yleisesti, sitten tutkimuksen eri vaiheiden näkökulmasta. Lisäksi pohdin tutkimusprosessini eettisyyteen liittyviä ratkaisuja.

7.2.1 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Määrällisen tutkimuksen yhteydessä luotettavuutta käsitellään yleensä validiteetin ja reliabiliteetin käsittein. Validiteetti ilmaisee sen, mittaako käytetty tutkimusmenetelmä juuri sitä, mitä halutaankin mitata, ja reliabiliteetti puolestaan kertoo tutkimuksen kyvystä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Mikäli tutkimus on toistettavissa siten, että tutkimustulokset ovat

kaikilla toistokerroilla samat, on tutkimus luotettava. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 231; Tuomi & Sarajärvi 2018, 160.) Laadullisen tutkimuksen piirissä näiden käsitteiden käyttöä tällaisenaan on kuitenkin kritisoitu (Bengtson 2016, 13; Tuomi & Sarajärvi 2018, 160).

Tuomen ja Sarajärven (2018, 182) mukaan laadullisen tutkimuksen arviointiin sopivatkin paremmin Lincolnin ja Cuban (1985) luomat uskottavuuden (*credibility*), luotettavuuden (*dependability*), siirrettävyyden (*transferability*) ja vahvistettavuuden (*confirmability*) käsitteet (ks. myös Bengtson 2016, 13; Graneheim & Lundman 2004, 109). Tutkimusta arvioitaessa on siis hyvä pohtia, miten tosia, vakaita, toiseen kontekstiin siirrettäviä ja yleisesti hyväksytyjä tuloksia tutkimustyöllä saadaan aikaan.

Tarkemmin sanottuna uskottavuuden (vrt. validiteetti) pohdinta liittyy siihen, miten hyvin tutkijan rekonstruktiot (ts. tutkimustulokset) onnistuvat vastaamaan tutkittavien todellisuuden alkuperäisiä konstruktioita (Aaltio & Puusa 2020; Juuti & Puusa 2020b; Tuomi & Sarajärvi 2018, 162). Tutkimuksen uskottavuutta voidaan pyrkiä lisäämään noudattamalla tieteellisiä käytänteitä (Aaltio & Puusa 2020) ja raportoimalla asianmukaisesti, miten aineisto ja analyysiprosessi vievät kohti haluttua päämäärää (Bengtson 2016, 13; Graneheim & Lundman 2004, 109). Luotettavuuden (vrt. reliabiliteetti) pohdinta puolestaan liittyy siihen, miten hyvin tutkija pystyy tutkimuksessaan huomioimaan tutkimustulosten vaihtelua aiheuttavat tekijät (Bengtson 2016, 13; Graneheim & Lundman 2004, 110; Tuomi & Sarajärvi 2018, 162). Siirrettävyydepohdinta taas on arviointia siitä, voisivatko saadut tutkimustulokset olla mahdollisia myös jossakin toisessa, kuitenkin vastaavassa, tutkimusympäristössä (Aaltio & Puusa 2020; Bengtson 2016, 13; Graneheim & Lundman 2004, 110; Tuomi & Sarajärvi 2018, 162), ja vahvistettavuus viittaa siihen, voidaanko tutkimuksen havainnot tunnustaa ulkopuolisen henkilön tai aikaisemman tutkimuksen avulla (Graneheim & Lundman 2004, 110; Tuomi & Sarajärvi 2018, 162).

Tutkimuksen laatua ja luotettavuutta voidaan pyrkiä parantamaan tutkimuksen jokaiseen vaiheeseen liittyvällä kriittisellä tarkastelulla (Ojasalo ym. 2015, 138). Seuraavaksi tarkastelenkin tämän tutkimuksen luotettavuutta tutkimusprosessin eri vaiheissa aina kohdejoukon valinnasta tutkimustulosten raportointiin saakka.

Tutkimuksen luotettavuus kohdejoukon suhteen

Ensinnäkin tutkimuksen uskottavuuden lisäämiseksi tutkimuksen tiedonantajien täytyy olla tarkoitukseen sopivia (Graneheim, Lindgren & Lundman 2017, 33; Tuomi & Sarajärvi 2018, 99; 2024, 98). Koska tässä tutkimuksessa olin kiinnostunut luokanopettajaopiskelijoiden omakohtaisista matematiikkakokemuksista, soveltui ryhmä luokanopettajaopiskelijoita tiedonantajiksi erittäin hyvin. Olin tyytyväinen myös siihen, että sain käsiini heidän itsensä kirjoittamia kokemuksia matematiikan oppimisesta. Tökkärin (2018, 67) mukaan eletty kokemus nimittäin muuntuu aina hieman, kun sitä yritetään kuvata ja sanoittaa toisille. Toisen henkilön eletyn kokemuksen tavoittaminen on siis haastavaa, vaikka kokemuksesta kuulisikin suoraan henkilöltä itseltään. Jos välissä olisi ollut muitakin kuvatun kokemuksen tulkitsijoita, eletyn kokemuksen tavoittaminen olisi ollut vielä haastavampaa.

Toiseksi, jotta tutkimus olisi uskottava, täytyy tiedonantajilla olla mahdollisimman paljon tietoa tutkittavasta ilmiöstä. Heidän täytyy myös pystyä ilmaisemaan itseään ja tietojaan aineistonkeruumenetelmän vaatimalla tavalla. (Graneheim ym. 2017, 33; Tuomi & Sarajärvi 2018, 99; 2024, 98.) Tässä tutkimuksessa luokanopettajaopiskelijoiden tarkempia taustatietoja ei ollut käytettävissä, joten minulla ei ollut tietoja myöskään heidän koulutustaustoistaan. Oletettavaa kuitenkin on, että ainakin useimmat heistä ovat suorittaneet 9-vuotisen peruskoulun ja sen jälkeen toisen asteen tutkinnon, joka usein on hakukelpoisuusvaatimuksena yliopistokoulutukseen. Joka tapauksessa Suomessa on jo pitkään ollut monivuotinen oppivelvollisuus, mikä antaa aiheen olettaa, että jokaisella tiedonantajalla on melko varmasti ollut usean vuoden ajalta kokemusta koulunkäynnistä ja matematiikan oppimisesta. Oletettavaa on myös se, että korkeakoulutasolla opiskelevan opiskelijan kirjoitustaito on ollut sillä tasolla, että hän on pystynyt kirjallisesti näitä kokemuksiaan esseessä ilmaisemaan.

Toisaalta olen tyytyväinen myös kohdejoukon heterogeenisuuteen. Koska peruskoulun tai toisen asteen matematiikassa menestyminen ei suoranaisesti vaikuta luokanopettajakoulutukseen pääsyyn (ks. esim. Tossavainen & Leppäaho 2018, 295–296), on oletettavaa, että tässäkin tutkimusjoukossa oli mukana matemaattisilta taidoiltaan hyvin eritasoisia opiskelijoita. Tätä oletusta vahvistaa se, että esseissä opiskelijat kertoivat kaiken muun lisäksi myös siitä, millaisia oppilaita he olivat kouluaikoinaan olleet. Matemaattisten taitojen eritasoisuus oli mielestäni hyvä asia, koska se mahdollisti sen, että esseissä tuotiin monipuolisesti esiin sekä matematiikan oppimiseen että ei-oppimiseen liittyneitä kokemuksia.

Tutkimuksen luotettavuus aineistonkeruumenetelmän suhteen

Tässä tutkimuksessa tavoittelin kokemuksia opiskelijoiden kirjoittamien esseiden avulla. Ainakin Perkkilä (2018) on aiemmin käyttänyt matematiikan perusopintojen alussa kirjoitettuja samansisältöisiä Minä ja matematiikka -esseitä aineistonkeruumenetelmään tutkiessaan aikuisten luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkaan liittyvää identiteettiyötä. Siksi uskon tämän tyyppisen esseen soveltuneen tämän tutkimusongelman ratkaisemiseen hyvin. Toisaalta tämän tutkimuksen aineistonkeruussa esseiden kirjoittamista ohjailtiin kirjoitusohjeistuksella, joka oli täysin samanlainen kuin Krzywackin & Portaankorva-Koiviston (2018, 279) matematiikan opettajille suunnattu tehtävä. Mielestäni asiantuntijoiden esittämän tehtävän mukaileminen lisäsi kirjoitusohjeistuksen laatua. Ohjeistus oli harkittu ja se auttoi tiedonantajia kirjoittamaan juuri tutkijaa kiinnostavista asioista. Tosin kirjoitusohjeistuksen ohje kirjoittaa erityisesti koulu- ja opiskeluaikaisista oppimiskokemuksista saattoi edesauttaa sitä, että esseissä mainittiin eniten juuri kouluoppimiseen ja kouluympäristöön liittyneitä tekijöitä.

Aineistoa – etenkin valmista aineistoa (ks. Günther & Hasanen 2021) – käytettäessä on tärkeää huomioida, missä kontekstissa aineisto on syntynyt (Eskola & Suoranta 1998, 142). Usein kertojat nimittäin rajaavat kertomustaan vastaanottajan mukaisesti (Kaasila 2007, Pöysä 2021). Vastaanottaja vaikuttaa siihen, mitä kerrotaan ja miten kerrotaan. Esimerkiksi opettajaopiskelijan kertomus voi vaihdella riippuen siitä, kertooko hän asian opettajalleen vai ystävälleen. (Kaasila 2007.) Tässä tutkimuksessa essee kirjoitettiin opintojen yhteydessä opettajalle ja vieläpä mahdollisessa tutkimukseenosallistumistarkoituksessa. Vastaanottajana opettaja on virallisempi kuin esimerkiksi ystävä, joten tämä on voinut vaikuttaa esseen kirjoittamiseen. Tiedonanto on saattanut olla harkitumpaa. Kaasilan (2007) mukaan ihminen ei yleensä halua kertoa tapahtumista, jotka saavat kertojasta aikaan negatiivisen kuvan. Jos opiskelija ei ole halunnut, että opettaja saa hänestä negatiivisen kuvan, hän on voinut jättää jotakin tutkimuksen kannalta merkittävää kertomatta. Tiedonantaja on myös voinut pyrkiä suojelemaan itseään häpeältä ja nöyryykseltä tiedonkeruun aikana (Stoehr 2017). Samoin tieto esseen käytöstä tutkimustarkoitukseen ja sen myötä myös tunnistettavuuden pelko on voinut jättää jotkin tarkat, yksityiskohtaiset kokemukset pois kertomuksista. Toivon kuitenkin, että anonymiteetin säilyttäminen on minimoinut edellä mainittujen seikkojen vaikutuksen aineiston laatuun.

Jos kokemuksia olisi tavoiteltu esseiden sijaan jonkin toisen soveltuvan menetelmän, kuten haastattelun, avulla, olisi vastaaminen voinut olla spontaanimpaa (Hannula & Holm 2018, 145), sillä tekstin editointimahdollisuus antaa tiedonantajalle mahdollisuuden karsia omaa vastaustaan (Pöysä 2021). Kirjoitelmien heikkous on myös se, että usein ne saattavat jäädä lyhyiksi (Hannula & Holm 2018, 145). On tiedonantajalle helpompaa ja nopeampaa puhua kuin kirjoittaa. Tällä aineistonkeruumenetelmällä saatiin kuitenkin 1–2-sivuisia esseitä, joista koin saavani riittävästi aineistoa analyysin tekemistä varten.

Tutkimuksen luotettavuus aineiston suhteen

Laadullisessa tutkimuksessa ei useinkaan voida tehdä pitäviä arvioita siitä, kuinka paljon aineistoa tarvitaan (Aaltio & Puusa 2020). Koska yleistykseen ei pyritä, aineiston koolla ei edes ole niin suurta merkitystä kuin määrällisessä tutkimuksessa. Laadullinen aineisto koostuukin aina näytteistä, jotka ovat vain paloja tutkittavasta maailmasta. (Alasuutari 2011, 4. luku.)

Tässä tutkimuksessa halusin tutkia yhden opintojakson kaikkien opiskelijoiden kokemuksia ja tutkimuksen käyttöön sainkin 41 opiskelijan (42:sta) kirjoitelmat, mikä tarkoittaa sitä, että aineisto oli osallistujamäärällisen tavoitteen suhteen hyvin kattava. Koska laadullisessa tutkimuksessa ei tosiaan pyritä yleistykseen, voidaan aineistokokoa pitää laadullisen tutkimuksen tekemiseen riittävänä. Aineistosta saatiin koodattua 348 merkitysyksikköä, mikä antoi hyvät lähtökohdat laadullisen sisällönanalyysin tekemiselle.

Minä ja matematiikka -esseet sisälsivät paljon myös tämän tutkimuksen kannalta epäolennaista tekstiä. Mielestäni se vaikeutti merkitysyksiköiden paikantamista. Vaikka kaikille tiedonantajille oli annettu samanlainen ohjeistus, esseet olivat rakenteeltaan erilaisia. Toiset etenivät esseessään kirjoitusohjeistuksen mukaisessa järjestyksessä, toiset kirjoittivat ohjeistuksen sisällöistä ”hyppivämmin”. Ajattelen, että tutkimuksen tekeminen olisi ollut helpompaa, jos esseissä olisi vastattu vain tämän tutkimusongelman kannalta oleellisiin kysymyksiin.

Aineisto ei ollut varsinaisesti tätä tutkimusta varten tuotettu, mikä tarkoitti sitä, että minun täytyi hyvin huolellisesti tutustua aineistoon ja tarkistaa, pystynkö sen avulla varmasti vastaamaan juuri kyseisen tutkimuksen tutkimuskysymyksiin. Asetelma oli poikkeuksellinen, sillä yleensä tutkimuskysymykset määrittävät sen, miten ja millaista aineistoa lähdetään keräämään (ks. esim. Mäntylä, Toomar & Reukauf 2013, 19). Nyt tutkimuskysymykset eivät

ohjanneet aineistonhankintaa, vaan vastaukset olivat olemassa jo ennen esitettyjä kysymyksiä. Saatujen tutkimustulosten perusteella aineisto kuitenkin sopi hyvin näihin tutkimuskysymyksiin vastaamiseen.

Tutkimuksenteon alussa pohdin myös Päiväsalon (2000, 20) toteamusta siitä, että ihmiset eivät ole kovin hyviä tunnistamaan omaa osaamistaan tai sen puutteita. Ajattelin, että tämän vaikeuden vuoksi myös omaan oppimiseen vaikuttavia tekijöitä on voinut olla vaikea tunnistaa. Loppupeleissä tämän tutkimuksen kannalta todellisen oppimisen varmentaminen ei kuitenkaan ollut edes olennaista, koska olin kiinnostunut ”vain” siitä kuvasta, joka opiskelijoilla on oppimisesta. Varmuutta ei siis kuitenkaan ole siitä, ovatko tiedonantajat todella mainitsemiensa tekijöiden vaikutuksesta oppineet tai ei-oppineet.

Aineiston runsautta ajattelen lisänneen sen, että usein parhaat ja huonoimmat kokemukset on helppo muistaa (ks. esim. Heikkilä ym. 2012, 217). Ajattelen, että aineistossa on kerrottu juuri niistä merkityksellisimmistä kokemuksista, jotka matematiikan oppimiskuvissa edelleen vaikuttavat.

Tutkimuksen luotettavuus analyysin suhteen

Laadullisen tutkimuksen merkittävin tutkimusinstrumentti on tutkija itse (Juuti & Puusa 2020a). Tutkija tekee tutkimukseen liittyvät valinnat ja tulkitsee tulokset. Aineisto itse ei koskaan tuota mitään tietoa, vaan tutkija analysoi sitä aina jostain tietystä näkökulmasta käsin (Juhila 2021c). Tutkijan oma subjektiivisuus vaikuttaa hänen tulkintoihinsa. Siksi hänen onkin tiedostettava ja otettava huomioon omat tutkittavaan asiaan liittyvät ennakkokäsityksensä. (Eskola & Suoranta 1998, 20; Juhila 2021c.) Tutkijan on myös pyrittävä puolueettomasti ymmärtämään ja kuulemaan tiedonantajia itsenään ilman että tiedonantajan kertomus suodattuu tutkijan oman kehyksen läpi (Tuomi & Sarajärvi 2018, 160).

Kasvatustieteen maisterivaiheen opiskelijana minullakin oli tutkimuksen teon alkuvaiheessa jonkin verran oppimiseen liittyviä ennakkokäsityksiä. Kuten jo analyysin etenemistä kuvatessani kerroin, halusin kuitenkin minimoida ennakkokäsitysten määrän ja tutustuin aineistoon ensimmäiset kerrat ilman tarkempaa teoritietoon perehtymistä. Halusin antaa aineiston yllättää itseni ja siinä onnistuinkin. Lähdin merkityssisältöjen löytämisessä liikkeelle aineistosta enkä vielä tässä vaiheessa antanut teorian ohjata itseäni. En halunnut teoriaan tuijottamisen kaventavan näkökenttääni.

Merkityssisältöjen paikallistaminen oli haasteellista, koska olin päättänyt ottaa mukaan tutkimukseen myös piilevän sisällön, jonka tunnistaminen vaati taustalla olevien merkitysten tulkintaa – lukemista rivien välistä (ks. esim. Graneheim ym. 2017, 30). Yritin kuitenkin olla tarkka merkityssisältöjen havaitsemisessa. Luin esseitä läpi useita kertoja. En halunnut jättää mitään tutkimuksen kannalta relevanttia merkityssisältöä tutkimuksen ulkopuolelle, mutten toisaalta myöskään ottaa mitään ylimääräistä mukaan. Tämä onkin muun muassa Graneheimin ja Lundmanin (2004, 110) mukaan tärkeää tutkimuksen uskottavuuden kannalta. Yritin myös olla hävittämättä merkityssisältöjen merkitystä, kun kirjoitin niiden sisältöjä pelkistetympään muotoon. Tämäkin on osaltaan vaikuttanut rekonstruktion onnistumiseen.

Laadullisessa tutkimuksessa tutkijalla kuluu joskus pitkiäkin aikoja, kun hän yrittää luoda järjestystä, etsiä merkityksiä tai tulkita oikein aineiston vastauksia. (Hirsjärvi ym. 2010, 225.) Aikaa kului minullakin. Luokittelua vaikeutti se, että oppimiseen vaikuttavat tekijät limittyvät ja myös vaikuttavat toisiinsa. Tämän tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen perusteella useissa teorialähteissä puhutaan periaatteessa keskenään samoista oppimiseen vaikuttavista tekijöistä, mutta hieman eri luokitteluin. Ehkä juuri siksi minulla oli vaikeuksia päättää, mitkä koodit ja niitä tukevat ilmaukset sisällytän kuhunkin luokkaan. Pyrin kuitenkin teorian ohjauksella luomaan selkeät säännöt luokkien erottelunsa, mikä onkin yksi tapa ratkaista tämä luokitteluhaaste (Graneheim ym. 2017, 33).

Koska sisällönanalyysin onnistuminen riippuu suuresti juuri koodausprosessista (Hsieh & Shannon 2005, 1285), halusin varmistaa koodausprosessini mahdollisimman hyvän onnistumisen koodaamalla aineistoni kahteen kertaan. Siirryin ryhmittelyyn ja luokkien muodostamiseen vasta sen jälkeen, kun olin vertaillut koodauksia toisiinsa. Ojasalon ym. (2015, 142) mukaan tämäkin lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen luotettavuus tulosten suhteen

Tässä tutkimuksessa luokanopettajaopiskelijat toivat esseissään esille erityisesti opettajien vaikutuksen matematiikan oppimiseen. Tämä ei sinänsä ollut yllättävää, koska opettajan vaikutus oppimiseen on aikaisempienkin tutkimusten mukaan ollut merkittävä. Pohdin kuitenkin sitä, että tällaisessa tiedonantajajoukossa opettajan ja opettajuuden merkitys on tutkimuksen ulkopuolellakin suuri. Opettajaopiskelijat ovat todennäköisesti hakeutuneet opettajakoulutukseen juuri siksi, että he itse ovat halunneet vaikuttaa oppimiseen. Ehkä heillä itsellään on ollut taustallaan erityisen merkityksellisiä kokemuksia opettajiin liittyen. Tämä on voinut lisätä opettajiin liittyneiden ilmauksien määrää aineistossa. Toisaalta opettajaan

liittyneiden mainintojen määrään aineistossa on voinut vaikuttaa myös se, että esseistä päätellen kirjoittajista monet ovat olleet opettajajohtoisien koulunkäynnin kultakauden oppilaita. Opettaja on ollut katseen keskipisteenä hyvin monen luokanopettajaopiskelijan koko koulutaipaleen ajan, joten ehkä tästä syystä opettajaan liittyneitä kokemuksia on ollut erityisen paljon jaettavana.

Jos opettajaan liittyneistä tekijöistä kirjoitettiin esseissä paljon, esimerkiksi kognitiivisista kyvyistä kirjoittaminen jäikin sitten hämmästyttävän vähälle. Tämä oli itselleni jonkinasteinen yllätys, koska oppiminen kuitenkin määritellään mielessä olevien tietorakenteiden muuttumisena. Ajattelin tiedonkäsittelyyn liittyvien tekijöiden esiintyvän aineistossa monilukuisemmin. Syynä kognitiivisten tekijöiden vähäiseen esiintyvyyteen on saattanut olla esimerkiksi se, että luultavasti luokanopettajaopiskelijoiden joukossa on ollut vähemmän sellaisia yksilöitä, joilla on ollut tiedonkäsittelyyn liittyviä ongelmia. Tiedonantajat ovat läpäisseet luokanopettajakoulutukseen hakijoille tarkoitetun valintakokeen, joilla parhaat opiskelijat on seulottu heikompien hakijoista. Kun ongelmia ei ole ollut, niistä ei ole tarvinnut kirjoittaa. Lisäksi kognitiiviset taidot, kuten muutkin oppilaaseen liittyvät matematiikan oppimiseen vaikuttavat tekijät, ovat ehkä hieman näkymättömämpiä kuin ympäristöön liittyvät tekijät, mikä on myös saattanut vaikuttaa näiden oppimistekijöiden havaitsemiseen ja tätä kautta näihin tekijöihin viittaamisen vähyyteen.

Raportoin tulosluvussani juuri ne tulokset, jotka tutkimuksessani sain selville. Tulokset voidaan vahvistaa aikaisempien luokitteluiden ja tutkimustulosten perusteella, joten tutkimuksen vahvistettavuuden suhteen ajattelen tutkimukseni olevan luotettava.

Tutkimusraportissa olen lisäksi aineistonäytteiden avulla pyrkinyt havainnollistamaan ja perustelemaan luokitteluni taustalla vaikuttanutta logiikkaa sekä tekemiäni tulkintoja. Toivon sen osaltaan lisänneen myös tutkimukseni uskottavuutta.

Tutkimuksen luotettavuus käytetyn lähdekirjallisuuden suhteen

Matematiikkakuvasta, oppimisesta ja oppimiseen liittyvistä tekijöistä on olemassa paljon tutkimustietoa, ja tiedonpaljous hieman ahdisti minua teoreettisen viitekehyksen laadinnan alkutaipaleella. Päätin kuitenkin keskittyä tunnetuimpiin artikkelikokoelmiin ja väitöskirjoihin, joiden lisäksi täydensin taustatietojani tuntemattomampien tutkijoiden teosten avulla. Sainkin koottua itselleni määrällisesti suhteellisen laajan lähdekokoelman.

Pyrin tarkastamaan käyttämieni artikkelien julkaisukanavien vaikuttavuuden ja arvostuksen Julkaisufoorumin tasoluokitusten avulla, mutta valitettavasti aivan kaikkia lähteitani (mm. Lo 2021) en onnistunut JUFO-luokituksen 0 ylittävältä julkaisukanavalta löytämään. En myöskään saanut käsiini kaikkia alkuperäislähteitä, vaikka yritinkin välttää niin kutsuttujen sekundäärilähteiden käyttöä. Tästä syystä raportistani löytyy myös toissijaisia lähdeviitemerkintöjä.

Edellä mainittuja lähteitä pidän tutkimukseni luotettavuutta heikentävinä tekijöinä. Olen työssäni viitannut myös Huokuniemen (2021) tekemään pro gradu -tutkimukseen, vaikkei tämän tason tutkimustöitä yleisesti pidetäkään kovin luotettavina lähteinä. Huokuniemen tutkimuksen mukaan ottamiseen vaikutti kuitenkin se, että se oli sisällöllisesti hyvin lähellä omaa tutkimustani, ja sen avulla sain hieman vertailupohjaa tutkimukseni tuloksille. Pääsääntöisesti lähdekirjallisuuteni on kuitenkin relevanttia ja suhteellisen tuoretta, vertaisarvioituakin. Lähdeluettelossa on mukana myös kansainvälisiä lähteitä, joiden avulla olen päässyt syventymään aihepiiriin kansallista tutkimustietoa laajemmalla tutkimuskentällä.

7.2.2 Tutkimuksen eettinen tarkastelu

Luotettavuuden lisäksi hyvän ja vastuullisen tutkimuksen kriteerinä voidaan pitää tutkimuksen eettistä kestävyyttä (Tuomi & Sarajärvi 2018, 149). Tällä tarkoitetaan tiivistetysti sitä, että tutkijan täytyy toimintatavoillaan huolehtia hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti kestävän ja vääristelemättömän tiedon tuottamisesta sekä tutkittavien ihmisten hyvästä kohtelusta (Vuori 2021c, ks. myös Tuomi & Sarajärvi 2018, 150) tutkimusprosessin jokaisessa vaiheessa (Aaltio & Puusa 2020, Vuori 2021c). Käytännössä tämä tarkoittaa eettistä pohdintaa jo aiheenvalinnassa, sen jälkeen tiedonkeruussa ja -tallentamisessa, analysoinnissa, tutkimustulosten julkaisemisessa ja lopuksi aineiston arkistoinnissa.

Tarkemmin sanottuna hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluvat muun muassa rehellisyys, yleinen huolellisuus, tarkkuus ja avoimuus. Tärkeää on tutkimuksen teon aikana myös kunnioittaa muiden tutkijoiden työtä ja työskennellä tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150–151; Vuori 2021c.) Tähän sisältyy esimerkiksi se, että tehtyjä valintoja täytyy aina perustella ja arvioida kriittisesti. Myös virheistä täytyy kertoa avoimesti. (Vuori 2021c.)

Hyvän tieteellisen käytännön vastaista toimintaa on esimerkiksi muiden tutkijoiden osuuden vähättely julkaisuissa, puutteellinen viittaaminen aikaisempiin tutkimuksiin, huolimaton ja

siten harhaanjohtava tutkimusraportointi, tulosten puutteellinen kirjaaminen ja säilyttäminen tai samojen tulosten julkaiseminen useita kertoja näennäisesti uusina (Tuomi & Sarajärvi 2018, 151).

Eettisesti kestävän toiminnan toinen osa-alue, tutkittavien ihmisten hyvä kohtelu, pohjautuu ihmisoikeuksien toteutumiseen. Tutkimuksessa täytyy kunnioittaa tutkittavien ihmisarvoa, yksityisyyttä, itsemääräämisoikeutta ja muita oikeuksia. Tutkimuskohteille ei myöskään saa aiheuttaa merkittäviä riskejä, vahinkoja tai haittoja. (Vuori 2021c.) Tutkittavien suojaan kuuluu lähtökohtaisesti muun muassa se, että tutkijan on 1) selvitettävä tutkimukseen osallistuvilla tutkimuksen tavoitteet, menetelmät ja mahdolliset riskit sillä tavoin, että he pystyvät ne ymmärtämään. Suojaan kuuluu myös se, että 2) tutkittavien täytyy suostua tutkimukseen vapaaehtoisesti, ja että 3) heidän täytyy tietää, mistä tutkimuksessa on kyse. Lisäksi 4) osallistujien oikeudet ja hyvinvointi täytyy turvata, 5) tutkimustietojen täytyy olla luottamuksellisia ja 6) kaikkien osallistujien on jätävä nimettömiksi. Tärkeintä on se, että 7) tutkija noudattaa tehtyjä sopimuksia eikä vaaranna tutkimuksen rehellisyyttä. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 155–156.)

Myös tässä tutkimuksessa pyrin huolehtimaan tutkimuksen eettisestä kestävydestä läpi koko tutkimusprosessin. Jo aiheenvalinnassa huomioin esimerkiksi sen, ettei aihe loukkaa tai vahingoita mitään ihmisryhmää. Tiedonkeruuvaiheessa tutkittavilta oli kirjallisesti pyydetty lupa esseiden käyttämiseen mahdolliseen tutkimuskäyttöön ja kaikki tiedonantajat olivat täysi-ikäisiä. Tutkittavien anonymiteetti haluttiin taata jokaisessa tutkimusvaiheessa. Koska käsissäni oli toisen tutkijan keräämä aineisto, minulla ei ollut minkäänlaista kontaktia itse tutkittaviin, joten en oikeasti itsekään tiedä, keitä esseiden kirjoittajat ovat olleet. Tosin yksi tutkittavista kertoi esseessään melko tunnistettavasti työpaikastaan, mutta tämä tieto ei tule tutkimuksessa esille missään raportin kohdassa, eivätkä alkuperäiseen aineistoon päässeet käsiksi muut kuin minä ja aineiston omistaja. Aineistoa on säilytetty tietoturvallisesti salasanan takana Turun yliopiston pilvitalentimessa erillisessä datatiedostoille tarkoitettussa kansiossa, eikä sitä ole tarvinnut jakaa, koska tutkimusta on tehnyt vain yksi tutkija. Myös analyysivaiheessa olen pyrkinyt olemaan huolellinen ja tarkka. Tutkimustuloksia raportoidessani olen ollut rehellinen ja avoin, noudattanut Turun yliopiston antamia ohjeita sekä muiden tutkijoiden työtä kunnioittaakseni käyttänyt asianmukaisia lähdeviitemerkintöjä. Tutkimuksenteon päättymisen jälkeen säilytän aineistoa Turun yliopiston ohjeiden mukaisesti vielä viiden vuoden ajan, jonka jälkeen aion ylikirjoittaa kaikki aineistotiedostot.

7.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusideat

Nyt kun olen kuvannut tutkimusprosessini, sen taustat ja tulokset sekä arvioinut tutkimustyöni laatua, avaan vielä vähän ajatuksiani, joita minulle on syntynyt varsinaisen tutkimuksenteon jälkeen.

Tätä tutkimusta aloittaessani toivoin, että voisin tutkimukseni avulla jotenkin edesauttaa matematiikan oppimistulosten laskujohteisen suunnan kääntämistä jälleen nousujohteiseksi. Halusin selvittää, voisiko osaselittäjä matematiikan huonoille oppimistuloksille löytyä luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvista. Oppimiskuvia hahmottaakseni tutkin kuvien taustalla vaikuttavia opiskelijoiden kokemuksia matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. En kuvitellut, että löytäisin tutkimukseni avulla jonkin uuden oppimiseen vaikuttavan tekijän, vaan halusin verrata kokemukseen perustuvia oppimiskuvia tutkittuun tietoon oppimiseen vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimuksessani sainkin selville, että luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuva on pääsääntöisesti yhdenmukainen tutkimuskirjallisuuden oppimiskäsitysten (ks. luku 3) kanssa. Yksi yhdenmukaisuuksista on se, että määrällisen analyysin perusteella opettaja koetaan merkityksellisimmäksi oppimiseen vaikuttavaksi tekijäksi, joka voi toiminnallaan sekä edistää että heikentää matematiikan oppimista. Tämä tukee aikaisempia tutkimustietoja siitä, että opettajalla on todella paljon merkitystä oppimisen suhteen. Se, että luokanopettajaopiskelijat tiedostavat oman merkityksensä matematiikan oppimiskuvissaan, on tärkeää heidän tulevaa työtään ajatellen.

Tutkimuksessani kävi ilmi myös se, että yksi opettajaopiskelijoista koki opettajajohtoisten opetusmenetelmien olevan hyvä keino matematiikan oppimiseen. Tämä on ristiriidassa tutkitun teorian kanssa. Opettajiemme joukossa on siis edelleen myös sellaisia yksilöitä, joiden mielestä niin kutsutut perinteiset opetusmenetelmät ovat tehokkaita oppimismenetelmiä. Tällainen tutkimustulos palauttaakin mieleeni sen, että toisinaan edes tutkittuun tietoon pohjautuva opettajankoulutus ei muuta mieleen piirtyneitä oppimiskuvia (Päivänsalo 2000, 21). On siis mahdollista, että tämä kyseinen luokanopettajaopiskelija saamastaan koulutuksesta huolimatta palaa työssään omalta kouluajaltaan tuttuihin, hyviksi havaittuihin tapoihin, kuten opettajajohtoisiin menetelmiin. Kun kokemusperäinen tieto päihittää tutkitun tiedon, tutkitulla tiedolla tavoiteltavat muutokset esimerkiksi opetusmenetelmien käytössä tapahtuvat hitaasti.

Yksi tutkimukseni saavutuksista onkin se, että se vahvistaa tietoa (ks. esim. Päivänsalo 2000, 19) siitä, että tieteellisten käsitysten rinnalla oppimisesta elää monenlaisia arkisia näkemyksiä, joista osa on virheellisiä tai jopa vahingollisia. Kun opettajat opettavat luokissaan näiden virheellisten käsitysten mukaan tavalla, jolla he itse ovat oppineet, he olettavat, että myös muut oppivat niin kuin he itse ovat oppineet (Pietilä 2002, 27). Muodostuu kehä. Näistä opetusmenetelmistä muodostuvat nykyisten oppilaiden – potentiaalisten tulevien opettajien – koulukokemukset ja oppimiskuvat, jotka taas edelleen vaikuttavat heidän tulevaisuuden opetustyössään.

Opettajankoulutus on kaikille opiskelijoille samanlaista, mutta opiskelijoiden omat kokemukset vaikuttavat koulutuksen vastaanottamiseen ja siihen, että Suomeen valmistuu matematiikan oppimiskuvaltaan hyvin monenlaisia luokanopettajia. Tutkimukseni tulokset muistuttavat myös siitä, että kouluaikaisten kokemusten ja henkilökohtaisen matematiikan oppimiskuvan painoarvo opettajan toiminnassa on edelleenkin hyvä ottaa huomioon opettajia koulutettaessa. Kuten jo Kaasila ja Laineekin (2018, 306) ovat todenneet, matematiikkakuvaan ja sen myötä matematiikan oppimiskuvaan on mahdollista vaikuttaa vielä opettajankoulutuksen aikana aikaisempia matematiikan oppimiseen liittyviä kokemuksia refleктоimalla.

Tutkimuksessani tulkituista luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan oppimiskuvista en lopulta löytänyt selkeää selittäjää matematiikan huonontuneille oppimistuloksille. Tiedossa on siis se, että opettajan matematiikan oppimiskuva vaikuttaa oppilaiden matematiikan oppimiseen, mutta varsinaista oppimistulosten huonontajaa en matematiikan oppimiskuvista pystynyt tämän tutkimuksen kautta löytämään. Oletan, että tällaisilla matematiikan oppimiskuvilla tulevat opettajat opettavat oppilaitaan pääsääntöisesti tutkitun tiedon hyväksymällä, oppimista edistävällä tavalla.

Tämän tutkimuksen aineiston mukaan tiedonantajien kouluaikoina opettajat ovat omien oppimiskuviensa mukaan opettaneet matematiikkaa pääosin opettajajohtoisesti, mutta nykyiset opettajaksi opiskelevat korostavat oppimiskuvissaan oppilaslähtöisten opetusmenetelmien käyttöä. Tutkitun tiedon valossa tulkitseen tämän siten, että samaan aikaan, kun oppimistulokset matematiikassa ovat huonontuneet, opettajien matematiikan oppimiskuva ei ole huonontunut, vaan yleisellä tasolla hieman jopa parantunut.

Mielenkiintoisin havaintoni tässä tutkimuksessa oli se, että luokanopettajaopiskelijoiden näkemyksissä oppimiseen vaikuttavat arviointimenetelmät loistivat poissaolollaan. Sen

perusteella opiskelijat eivät siis oppimiskuvissaan nähneet arviointia ja siihen liittyviä menetelmiä oppimisen kannalta merkityksellisinä. Tällä tiedolla ei luultavasti matematiikan oppimistuloksia pelasteta, mutta tämänkin osa-alueen opetukseen luokanopettajakoulutuksessa kannattaa kiinnittää huomiota.

Vaikka mysteeri huonontuneiden oppimistulosten syypäästä ei tämän tutkimuksen yhteydessä ratkennutkaan, koen tutkimukseni voivan hyödyttää tiedettä tutkimuksenteon yhteydessä mieleen tulleiden monien jatkotutkimusideoiden kautta. Ensinnäkin, jos uusisin tämäntyyppisen tutkimusasetelman, keräisin tiedonantajilta enemmän taustatietoja. Selvittäisin, miten esimerkiksi vastaajien matematiikan arvosanat olisivat yhteydessä heidän näkemyksiinsä matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. Toiseksi olisi kiinnostavaa eritellä vastaajia myös heidän ikänsä perusteella ja selvittää, vaihtelevatko matematiikan oppimiskuvat ikäluokan mukaan.

Toisaalta tutkimuksen voisi uusia uusilla tiedonantajilla esimerkiksi kahdenkymmenen vuoden kuluttua ja verrata uuden tutkimuksen tuloksia tämän tutkimuksen tuloksiin. Tällä hetkellä koulussa käytetään jo enemmän toiminnallisia opetusmenetelmiä, jotka vaikuttavat tulevien luokanopettajien kouluaikaisiin oppimiskokemuksiin. Kahdenkymmenen vuoden kuluttua osa nykyisistä oppilaista on kouluissa opettamassa uusia oppilaita, jolloin näistä oppilaista tulevien luokanopettajaopiskelijoiden kouluaikaiset kokemukset muodostuvat jälleen erilaisiksi. Olisi myös mielenkiintoista nähdä, olisiko kahdenkymmenenvuoden päästä tutkimustuloksissa viitteitä teknologian matematiikan oppimista edistäneistä tai heikentäneistä vaikutuksista. Fadlelmulan (2022, 43) tekemässä tutkimuksessa nimittäin on tuotu esiin se, että teknologian käyttö auttaa oppilaita itsenäisessä opiskelussa ja syventää käsitteellistä ymmärrystä matematiikan oppimisessa, mutta elokuussa 2025 voimaan tulleen lakimuutoksen perusteella esimerkiksi mobiililaitteet on peruskouluissa nähty oppimista heikentäviksi tekijöiksi.

Koska opetussuunnitelma ja sen sisältämät oppisisältövaatimukset heijastelevat aina ympäröivän yhteiskunnan ajatuksia kulttuurista, arvoista ja ideologioista (Lilja 2002, 14), olisi kiinnostavaa saada selville myös se, miten nykyisen informaatioyhteiskunnan arvostama tiedonmäärän kasvu heijastuu tuleviin opetussuunnitelmiin sisältyvien sisältövaatimusten määrään. Jos opiskeltavaa tietoa on jatkossa entistäkin enemmän, mutta peruskoulun suoritus aika on edelleen sama yhdeksän vuotta kuin sen syntyaikanakin, etenemistahtia on jälleen pakko kiristää, mikäli kaikki vaaditut oppisisällöt halutaan käydä läpi. Tuleeko tämä

tulevaisuudessa näkymään myös matematiikan oppimiskuvissa siinä, että yhä useammat oppilaat kokevat ”putoavansa kyydistä”?

Uusissa tutkimuksissa tiedonantajat voisivat myös olla nykyisiä, jolloin seuranta tutkimuksessa tutkimuskysymyksiä voitaisiin muuttaa sellaisiksi, että niiden avulla pystyttäisiin selvittämään tiedonantajien kahdenkymmenen vuoden päässä vaikuttavia matematiikan oppimiskuvia. Tällöin voitaisiin myös selvittää, näkyvätkö tämänhetkiset matematiikan oppimiskuvat heidän silloisessa työssään. Pohdin myös sitä, että nykyisiltä perinteisiä opetusmenetelmiä käyttäviltä opettajilta voitaisiin kysyä heidän motiiveistaan käyttää kyseisiä menetelmiä, tai asetelmaa voitaisiin muuttaa sellaiseksi, että tutkimuksessa keskityttäisiin sellaiseen kohdejoukkoon, joka on suorittanut oppivelvollisuutensa esimerkiksi kotiopetuksessa, perinteisen kouluopetuksen ulkopuolella. Jos oppilaalla ei ole opettajaa, mikä vaikuttaa hänen matematiikan oppimiseensa eniten?

Tutkimukseni loppukaneettina totean, että matematiikan oppimiskuva on tärkeä ja monitahoinen oppimisen elementti. Kouluoppimistilanteessa oppimiseen vaikuttavat sekä oppilaan oma matematiikan oppimiskuva (tämän tutkimuksen tuloksista oppilaaseen liittyneet affektiiviset tekijät) että opettajan käsitys oppimisesta. Kuten ideoimistani jatkotutkimusehdotuksista käy ilmi, tutkittavaa matematiikan oppimiskuvissa ja matematiikan oppimiseen vaikuttavissa moninaisissa tekijöissä on edelleen paljon. Olkoon tämän tutkimustyön viimeinen ansio se, että se herätti minussa suuren mielenkiinnon jatkaa oppimiskuva- ja oppimistekijätutkimusta sekä huonontuneiden matematiikkatulosten mysteerin ratkaisemista.

Lähteet

- Aaltio, I. & Puusa, A. 2020. Mitä laadullisen tutkimuksen arvioinnissa tulisi ottaa huomioon? Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus Oy, 177–188. E-kirja (Ellibs).
- Aho, S. 1997. Minä. Teoksessa S. Aho & K. Laine (toim.) Minä ja muut. Kasvaminen sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Helsinki: Otava, 16–67.
- Ahonen, T., Aro, M., Aro, T., Lerkkanen, M.-K. & Siiskonen, T. 2019. Prologi. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, E. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.) Oppimisen vaikeudet. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 12–20.
- Ahtola, A. 2016. Psyykinen hyvinvointi ja oppiminen. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino. E-kirja (Ellibs).
- Algani, Y. M. A. & Eshan, J. 2019. Reasons and suggested solutions for low-level academic achievement in mathematics. *International e-Journal of Educational Studies* [verkkolehti] 3 (6), 181–190. [viitattu 24.7.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.31458/iejcs.604884>.
- Aunio, P. & Räsänen, P. 2015. Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal* [verkkolehti] 24 (5), 684–704. [viitattu 15.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>.
- Aunola, K., Heinonen, J. & Leppänen, U. 2019. Vanhempien ja kodin merkitys oppimisessa. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.) Oppimisen vaikeudet. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti. 148–149.
- Aunola, K. & Nurmi, J.-E. 2018. Matemaattisten taitojen kehitys kouluikässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 54–69.
- Bandura, A. 2012. On the functional properties of perceived self-efficacy revisited. *Journal of Management* [verkkolehti] 38 (1), 9–44. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/0149206311410606>.
- Belhu, H. S. 2017. Factors Affecting Learning Mathematics in the Case Assosa University College of Natural Science. *International Journal of Education, Culture and Society* [verkkolehti] 2 (1), 6–12. [viitattu 24.9.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.11648/j.ijecs.20170201.12>.

- Bengtson, M. 2016. How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open [verkkolehti]* 2, 8–14. [viitattu 13.5.2025] Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001>.
- Blatchford, P., Bassett, P. & Brown, P. 2011. Examining the effect of class size on classroom engagement and teacher-pupil interaction: differences in relation to pupil prior attainment and primary vs. secondary schools. *Learning and Instruction [verkkolehti]* 21, 715–730. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.04.001>.
- Boaler, J. & Greeno, J. G. 2000. Identity, agency and knowing in Mathematics Worlds. Teoksessa J. Boaler (toim.) *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*. Westport, CT: Ablex, 171–200. Saatavissa: https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=davOEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA171&dq=the+specific+nature+of+learning+mathematics&ots=S7tbkTMs_M&sig=j_cyRxSwWc_EQgvMpywDfMREFeY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true.
- Boud, D., Keogh, R. & Walker, D. 1985. What is reflection in learning? Teoksessa D. Boud, R. Keogh & D. Walker (toim.) *Reflection: turning experience into learning*. London: RoutledgeFalmer, 7–17.
- Cobb, P., Yackel, E. & Wood, T. 1989. Young children's emotional acts while engaged in mathematical problem solving. Teoksessa D. B. McLeod & V. M. Adams (toim.) *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*. Michigan: Edwards Brothers, 117–148.
- Diamond, A. 2013. Executive functions. *Annual Review of Psychology [verkkolehti]* 64 (1), 135–168. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- diSessa, A. A. 2014. A History of Conceptual Change Research: Threads and Fault Lines. Teoksessa R. Keith Sawyer (toim.) *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press, 88–108. Saatavissa: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>.
- Dove, J., Montague, J. & Hunt, T. E. 2021. An exploration of primary school teachers' maths anxiety using interpretative phenomenological analysis. *International Online Journal of Primary Education [verkkolehti]* 10 (1), 32–49. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1308555.pdf>.
- Ellsworth, J. Z. & Buss, A. 2000. Autobiographical stories from preservice elementary mathematics and science students: implication for K-16 teaching. *School Science &*

- Mathematics [verkkolehti] 100 (7), 355–364. [viitattu 14.5.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb18177.x>.
- Elo, S., Kajula, O., Tohmola, A. & Kääriäinen, M. 2022. Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen. *Hoitotiede* [verkkolehti] 34 (4), 215–225. [viitattu 16.4.2025]. Saatavissa: <https://journal.fi/hoitotiede/article/view/128987>.
- Ernest, P. 1989. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of Education for Teaching* [verkkolehti] 15 (1), 13–33. [viitattu 30.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/0260747890150102>.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.
- Fadlelmula, F. K. 2022. Enablers and obstacles in teaching and learning of mathematics: A systematic review in LUMAT journal. *LUMAT Special Issue* [verkkolehti] 10 (2), 33–55. [viitattu 20.5.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1627>.
- Geary, D. C, Hoard, M. K., Nugent, L., Ünal, Z. E. & Scofield, J. E. 2020. Comorbid learning difficulties in reading and mathematics: The role of intelligence and in-class attentive behavior. *Frontiers in psychology* [verkkolehti] 11, 275–298. [viitattu 20.5.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.572099>.
- Gillum, J. 2014. Assessment with children who experience difficulty in mathematics. *Support for Learning* [verkkolehti] 29 (3), 275–291. [viitattu 20.5.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/1467-9604.12061>.
- Graneheim, U. H., Lindgren, B-M. & Lundman, B. 2017. Methodological challenges in qualitative content analysis: A discussion paper. *Nurse Education Today* [verkkolehti] 56, 29–34. [viitattu 16.4.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.06.002>.
- Graneheim, U. H. & Lundman, B. 2004. Qualitative content analysis in nursing research: Concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today* [verkkolehti] 24, 105–112. [viitattu 16.4.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>.
- Guinosso, S. A., Johnson, S. B. & Riley, A. W. 2015. Multiple adverse experiences and child cognitive development. *Pediatr Res.* [verkkolehti] 70 (1–2), 220–226. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1038/pr.2015.195>.
- Günther, K. & Hasanen, K. 2021. Tutkimuksen suunnittelu. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja* [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja][viitattu 24.1.2025].

- Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/tutkimuksen-suunnittelu/>.
- Günther, K., Hasanen, K. & Juhila, K. 2021. Johdanto: analyysi ja tulkinta. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025].
Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>.
- Halinen, I., Hotulainen, R., Kauppinen, E., Nilivaara, P., Raami, A. & Vainikainen, M-P. 2016. Ajattelun taidot ja oppiminen. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Hannula, M. S. & Holm M. E. 2018. Oppilaan matematiikkakuva oppimistuloksena ja oppimisen taustatekijänä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 132–156.
- Hannula, M. S., Kaasila, R., Laine, A., & Pehkonen, E. 2005. Structure and typical profiles of elementary teacher students' view of mathematics. Teoksessa H. L. Chick & J. L. Vincent (toim.) Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 3. Melbourne: University of Melbourne, 89–96.
- Heikkilä, V., Uusiautti, S. & Määttä, K. 2012. Teacher students' school memories as a part of the development of their professional identity. Journal of Studies in Education [verkkolehti] 2 (2), 215–229. [viitattu 13.5.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.5296/jse.v2i2.1580>.
- Hienonen, N. 2020. Does class placement matter? Students with special educational needs in regular and special classes. University of Helsinki, Faculty of Educational Sciences: Helsinki Studies in Education, number 87. Väitöskirja.
- Hill, N. E. & Tyson, D. F. 2009. Parental involvement in middle school: a meta-analytic assessment of the strategies that promote achievement. Development Psychology [verkkolehti] 45 (3), 740–763. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1037/a0015362>.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. Tammi.
- Hsieh, H-F. & Shannon, S. E. 2005. Three approaches to qualitative content analysis. Qualitative health research [verkkolehti] 15 (9), 1277–1288. [viitattu 13.3.2025].
Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>.
- Huhtala, S. & Laine, A. 2004. “Matikka ei ole mun juttu” – Matematiikkavaikeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P.

- Malinen (toim.) Matematiikka – Näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 320–346.
- Huokuniemi, M. 2021. Matematiikkakokemukset matematiikan oppimisen ja matematiikkakuvan rakentajina peruskoulussa. Tampereen yliopisto. Pro gradu - tutkielma. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/132407/HuokuniemiMichelle.pdf?sequence=2>.
- Joutsenlahti, J. 2003. Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Teoksessa Virta Arja & Marttila Outi (toim.) Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta (Ainedidaktinen symposium 7.2.2003). Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B 72, 188–196.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. 2007. Minkälaiseen matemaattiseen osaamiseen peruskoulussa käytetty oppimateriaali ohjaa? Teoksessa K. Merenluoto, A. Virta & P. Carpelan (toim.) Opettajankoulutuksen muuttuvat rakenteet: Ainedidaktinen symposium 9.2.2007. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B 77, 184–191.
- Juhila, K. 2021a. Koodaaminen. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/koodaaminen/>.
- Juhila, K. 2021b. Laadullinen tutkimus ja teoria. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-ominaispiirteet/>.
- Juhila, K. 2021c. Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteet. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-ominaispiirteet/>.
- Juuti, P. & Puusa, A. 2020a. Johdanto. Mitä laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan?. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus Oy. E-kirja (Ellibs).

- Juuti, P. & Puusa, A. 2020b. Laadullisen tutkimuksen luotettavuus. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus Oy. E-kirja (Ellibs).
- Jyväskylän yliopisto. 2025. Kokemuksen kuvaaminen [verkkoartikkeli]. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto [ylläpitäjä] [viitattu 13.6.2025]. Saatavissa: <https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/metelmapolku/ongelmanasettelu/kokemuksen-kuvaaminen>.
- Kaasila, R. 2007. Using narrative inquiry for investigating the becoming of a mathematics teacher. *ZDM: the international journal on mathematics education* [verkkolehti] 39, 205–213. [viitattu 13.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0023-6>.
- Kaasila, R. & Laine, A. 2018. Miten tulevien luokanopettajien matematiikkakuvaan voidaan vaikuttaa? Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 306–319.
- Kaasila, R., Laine, A. & Pehkonen, E. 2004. Luokanopettajaksi opiskelevien matematiikkakuva ja sen muuttuminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – Näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 397–413.
- Kim, E., Mallat, E. & Joutsenlahti J. 2023. A systematic review of primary school class teachers views of mathematics teaching and learning. *LUMAT General Issue* [verkkolehti] 11 (2), 60–87. [viitattu 13.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.2.2055>.
- Koli, K. 2022. Mikä vaikuttaa oppimiseen? *HAMK Unlimited Journal*. [verkkójulkaisu]. Viimeksi päivitetty 22.9.2022. [viitattu 18.6.2025]. Saatavissa: <https://unlimited.hamk.fi/ammattillinen-osaaminen-ja-opetus/mika-vaikuttaa-oppimiseen/>.
- Kosola, M. 2023. Nuoren kokemukset matematiikan opiskelusta ja tehostetun tuen tukitoimista. Oulun yliopisto: *Acta Universitatis Ouluensis E 224, 2023*. Väitöskirja. Saatavissa: <https://oulurepo oulu.fi/bitstream/handle/10024/46387/isbn978-952-62-3822-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Krzywacki, H. & Portaankorva-Koivisto, P. 2018. Suomalainen matematiikan opettaja. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 278–293.

- Kupari, P. 1999. Laskutaitoharjoittelusta ongelmanratkaisuun. Matematiikan opettajien matematiikkauskomukset opetuksen muovaajina. Jyväskylän yliopisto: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Kupari, P. & Hiltunen, J. 2018. Matemaattiset taidot kansainvälisten arviointitutkimusten valossa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 16–53.
- Kyrö, P., Mylläri, J. & Seikkula-Leino, J. 2008. Kognitiiviset, affektiiviset ja konatiiviset ulottuvuudet ja niihin liittyvät metavalmiudet yrittäjämäisessä oppimisessä. Liiketalouden aikakauskirja [verkkolehti] 3, 269–296. [viitattu 25.9.2025]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/350342462_Kognitiiviset_affektiiviset_ja_konatiiviset_ulottuvuudet_ja_niihin_liittyvat_metavalmiudet_yrittajamaisessa_oppimisessa_Cognitive_affective_and_conative_constructs_and_their_metareadiness_in_entrepren.
- Kyttälä, M. & Kanerva, K. 2018. Työmuisti ja matemaattiset taidot. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 220–239.
- Lapointe, A. E., Mead, N. A. & Askew, J. M. 1992. Learning mathematics. National Center of Education Statistics: Report No. 22. CAEP-0. Saatavissa: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED347081.pdf>.
- Latvala, A., Silventoinen, K. & Vuoksimaa, E. 2020. Mitä tiedetään perimän ja ympäristötekijöiden vaikutuksesta älykkyyteen? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim [verkkolehti] 136 (3), 285–290. [viitattu 5.7.2025]. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo15364>.
- Leavy, A., Hessen Bjerke, A. & Hourigan, M. 2022. Prospective primary teachers' efficacy to teach mathematics: measuring efficacy beliefs and identifying the factors that influence them. Educational Studies in Mathematics [verkkolehti] 112, 437–460. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10181-1>.
- Lehtinen, E., Vauras, M. & Lerkkanen, M.-K. 2016. Kasvatuspsykologia. Jyväskylä: PS-kustannus. E-kirja (Ellibs).
- Lilja, K. 2002. Matematiikan oppimistuloksiin yhteydessä olevat tekijät peruskoulussa. Turun yliopisto: Rauman opettajankoulutuslaitos. Väitöskirja.
- Lo, W. Y., 2021. Pre-service teachers' prior learning experiences of mathematics and the influences on their beliefs about mathematics teaching. International Journal of

- Instruction [verkkolehti] 14 (1), 795–812. [viitattu 13.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14148a>.
- Loewenberg Ball, D., Ferrini-Mundy, J., Kilpatrick, J., Milgram, R. J., Schmid, W. & Schaar, R. 2005. Reaching for common ground in K-12 mathematics education. *Notices of the AMS* 52 (9), 1055–1058. Saatavissa: <https://doi.org/10.1037/e494732006-017>.
- Lutovac, S. 2014. From memories of the past to anticipations of the future. Pre-service elementary teachers' mathematical identity work. *Acta Univ. Oul. E* 144, 2014. Väitöskirja. Saatavissa: <https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/35731/isbn978-952-62-0554-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Luukkainen, O. 2004. Opettajuus – ajassa elämistä vai suunnan näyttämistä?. Väitöskirja.
- Malinen, A. 2000. Towards the essence of adult experiential learning. A reading of the theories of Knowles, Kolb, Mezirow, Rewans and Schön. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Marbán, J. M., Palacios, A. & Maroto, A. 2021. Enjoyment of teaching mathematics among pre-service teachers. *Mathematics Education Research Journal* [verkkolehti] 33, 613–629. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00341-y>.
- Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. 2010. Thinking mathematically. Dorchester: Henry Ling Ltd. Saatavissa: <https://www.mymathscloud.com/api/download/modules/11/Interview-Advice/Thinking%20Mathematically.pdf?id=apHfjK8WSr2JDG8FXMhFnw>.
- McLeod, D. B. 1992. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. Teoksessa D. A. Grows (toim.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. London: Macmillan Publishing Co, 575–596.
- Meece, J. L., Wigfield, A. & Eccles, J. S. 1990. Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology* [verkkolehti] 82 (1), 60–70. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.60>.
- Merenluoto, K. & Lehtinen, E. 2004. Käsitteellisen muutoksen näkökulma matematiikan oppimiseen ja opettamiseen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – Näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 301–319.
- Mononen, R. 2019. Matemaattiset oppimisvaikeudet – selittäviä tekijöitä. *Kielikukko* 3/2019 [verkkolehti]. [viitattu 13.6.2025]. Saatavissa: https://finrainfo.fi/wp-content/uploads/2021/01/2019_3_Mononen.pdf.

- Mononen, R., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. 2017. Matemaattiset oppimisvaikeudet. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Mäntylä, K., Toomar, J. & Reukauf, M. 2013. Graka kaulassa – gradun ja kandin tekijän selviytymisopas. Oy Finn Lectura Ab.
- Niiniluoto, I. 2023. Mitä on tieto? Suomen Akatemia [verkkajulkaisu]. [viimeksi päivitetty 14.2.2023]. [viitattu 9.7.2025]. Saatavissa: <https://www.aka.fi/tietysti/tieteestakysyttya/mita-on-tieto/>.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- OKM. 2023. PISA 2022: Osaaminen heikentynyt Suomessa ja lähes kaikissa muissa OECD-maissa. [tiedote] [viimeksi päivitetty 5.12.2023] [viitattu 24.7.2025]. Saatavissa: <https://okm.fi/-/pisa-2022-osaaminen-heikentynyt-suomessa-ja-laes-kaikissa-muissa-oecd-maissa>.
- Opetushallitus. 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. 104/011/2014.
- Opetushallitus. 2025. Perusopetuksen opetussuunnitelman ydinasiat [verkkootikkeli]. [viitattu 5.7.2025]. Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetussuunnitelman-ydinasiat>.
- Oppermann, E. & Lazarides, R. 2021. Elementary school teachers' self-efficacy, student-perceived support and students' mathematics interest. Teaching and Teacher Education [verkkolehti] 103, 1–12. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.tate.2021.103351>.
- Orton, A. 2004. Learning mathematics. Issues, theory and classroom practise. London: Continuum.
- Pajares, M. F. 1992. Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. Review of Educational Research [verkkolehti] 62 (3), 307–332. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>.
- Pehkonen, E. 1995. Pupil's view of mathematics. Initial report for an international comparison project. Helsingin yliopisto: Research Report 152.
- Pehkonen, E. 2011. Matemaattinen ajattelu ja ymmärtäminen. Teoksessa E. Pehkonen (toim.) Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkataidoista. Helsingin yliopisto: Tutkimuksia 238.
- Pekrun, R. 2006. The control-value theory of achievement emotions: assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. Educational Psychology

- Review [verkkolehti] 18, 315–341. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.
- Perkkilä, P. 2018. A case of four prospective adult class teachers' mathematical identity work. Teoksessa G. T. Papanikos (toim.), ATINER's Conference Paper Series: EDU2017. Athens Institute for Education and Research. ATINER's Conference Paper Series, EDU2017-2356, 1–18. Saatavissa: <http://www.atiner.gr/papers/EDU2017-2356.pdf>.
- Pietilä, A. 2002. Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuva. Matematiikkakokemukset matematiikkakuvan muodostajina. Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Väitöskirja. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/6fea0054-e821-461a-a148-b0a12d48220d/content>.
- Polya, G. 2004. How to solve it: a new aspect of mathematical method. Princeton and Oxford: Princeton University Press. Saatavissa: https://www.hlevkin.com/hlevkin/90MathPhysBioBooks/Math/Polya/George_Polya_How_To_Solve_It_.pdf.
- Pourdavood, R. G. & Liu, X. 2017. Pre-service elementary teachers' experiences, expectations, beliefs and attitudes toward mathematics teaching and learning. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research [verkkolehti] 16 (11), 1–27. [viitattu 24.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.26803/IJLTER.16.11.1>.
- Purnomo, Y. W., Suryadi, D., & Darwis, S. 2016. Examining Pre-Service Elementary School Teacher Beliefs and Instructional Practices in Mathematics Class. International Electronic Journal of Elementary Education [verkkolehti] 8(4), 629–642. [viitattu 24.5.2025]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/305114475_Examining_pre-service_elementary_school_teacher_beliefs_and_instructional_practices_in_mathematics_class#fullTextFileContent.
- Puusa, A. 2020. Näkökulmia laadullisen aineiston analysointiin. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus Oy. E-kirja (Ellibs).
- Päivänsalo, T-M. 2000. Oppimiskoodi. Kuinka oppiminen onnistuu. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Pöysä, J. 2021b. Kirjoituskutsut. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025]. Saatavissa:

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/kirjoituskutsut/>.

- Rauste-von Wright, M., von Wright, J. & Soini, T. 2003. Oppiminen ja koulutus. Helsinki: WSOY.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Aguilar-Gonzalález, Á., Lindorff, A. & Muñoz-Rodríguez, L. 2022. Undergraduates' conceptions of mathematics teaching and learning: an empirical study. *Educational Studies in Mathematics* [verkkolehti] 109, 523–547. [viitattu 25.9.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10105-5>.
- Rösken, B., Hannula, M. S., Pehkonen, E., Kaasila, R. & Laine, A. Identifying dimensions of students' view of mathematics. Conference: Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education [konferenssijulkaisu]. Larnaca: University of Cyprus, 349–358. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/267777497_Identifying_dimensions_of_students'_view_of_mathematics.
- Salminen, J. 2015. Response to computer-assisted intervention in children most at risk for mathematics difficulties. *Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research* 543. Väitöskirja.
- Salminen, L. & Suhonen, R. 2008. Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena – raportti täydennyskoulutuksesta ja sen mahdollisuuksista. HAMKIn e-julkaisuja. [viitattu 13.7.2025]. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90556/OppiminenJaOppimismenetelmatJaNiiden.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. ISSN 1795-424X.
- Salo, U-M. 2015. Simsalabim, sisällönanalyysi ja koodaamisen haasteet. Teoksessa Sanna Aaltonen & Riitta Högbacka (toim.) *Umpikujasta oivallukseen: Reflektiivisyys empiirisessä tutkimuksessa*. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print, 166–190.
- Schneider, K. 2024. What is learning? *Psychology* [verkkolehti] 15 (15), 779–799. [viitattu 28.11.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.4236/psych.2024.155047>.
- Segler-Heikkilä, L. 2023. Myönteisten oppimiskokemusten ja turvallisen tilan merkitys oppimiselle [verkkootikkeli]. [viitattu 23.6.2025]. Saatavissa: <https://dialogi.diak.fi/2023/02/27/myonteisten-oppimiskokemusten-ja-turvallisen-tilan-merkitys-oppimiselle/>.
- Sikkelä, R. 1999. *Persoonallisesti merkittävät oppimiskokemukset*. Joensuu: Joensuun yliopisto. Väitöskirja.

- Smith, M. A. & Schmidt, K. 2012. Teachers are making a difference: understanding the influence of favorite teachers. *The Qualitative Report* [verkkolehti] 17 (18), 1–25. [viitattu 23.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2012.1778>.
- Sorariutta, A. & Silvén, M. 2018. Quality of both parents' cognitive guidance and quantity of early childhood education: influences on pre-mathematical development. *British Journal of Educational Psychology* [verkkolehti] 88 (2), 192–215. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/bjep.12217>.
- Stoehr, K. 2017. Building the wall brick by brick: one prospective teacher's experiences with mathematics anxiety. *Journal of Mathematics Teacher Education* [verkkolehti] 20, 119–139. [viitattu 23.6.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9322-y>.
- Tainio, L. & Laine, A. 2015. Emotion work and affective stance in the mathematics classroom: the case of IRE sequences in Finnish classroom interaction. *Educational Studies in Mathematics* [verkkolehti] 89 (1), 67–87. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9591-5>.
- Tossavainen, T. & Leppäaho, H. 2018. Matematiikan opettajien ja opettajaksi opiskelevien matemaattisesta osaamisesta. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & J. Räsänen (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 294–305.
- Tudge, J. & Winterhoff, P. 1993. Vygotsky, Piaget and Bandura: Perspectives on the Relations between the Social World and Cognitive Development. *Human Development* [verkkolehti] 36, 61–81. [viitattu 23.9.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1159/000277297>.
- Tudge, J. & Winterhoff, P. 1999. Vygotsky, Piaget and Bandura: Perspectives on the Relations between the Social World and Cognitive Development. Teoksessa P. Lloyd & C. Fernyhough (toim.) *Lev Vygotsky: Critical Assessments 1*. New York: Routledge, 311–338.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2024. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tynjälä, P. 2004. *Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Tökkäri, V. 2018. Fenomenologisen, hermeneuttis-fenomenologisen ja narratiivisen kokemuksen tutkimuksen käytäntöjä. Teoksessa Jarkko Toikkanen & Ira A. Virtanen (toim.) *Kokemuksen tutkimus VI. Kokemuksen käsite ja käyttö*. Rovaniemi: Lapland University Press.

Valtioneuvoston asetus perusopetuslaissa tarkoitettujen opetuksen valtakunnallisista tavoitteista ja perusopetuksen tuntijaosta annetun valtioneuvoston asetuksen 6 §:n muuttamisesta 2024. 3.6.2024/286. Saatavissa:

<https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Perusopetuksen%20tuntijako%201.8.2025%20alkaen.pdf>.

Varis, S., Heikkilä, M., Metsäpelto, R-L. & Mikkilä-Erdmann, M. 2023. Finnish pre-service teachers' identity development after a year of initial teacher education: Adding, transforming, and defending. *Teaching and Teacher Education* [verkkolehti] 135. [viitattu 14.7.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104354>.

Viholainen, A., Asikainen, M. & Hirvonen, P. E. 2014. Mathematics student teachers' epistemological beliefs about the nature of mathematics and the goals of mathematics teaching and learning in the beginning of their studies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* [verkkolehti] 10 (2), 159–171. [viitattu 14.7.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1028a>.

Viro, E., & Joutsenlahti, J. 2020. Learning mathematics by project work in secondary school. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education* [verkkolehti] 8 (1), 107–132. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: <https://doi.org/10.31129/LUMAT.8.1.1372>.

Vuori, J. 2021a. Johdatus laadulliseen tutkimukseen ja verkkokäsikirjaan. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja* [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 24.1.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>.

Vuori, J. 2021b. Laadullinen sisällönanalyysi. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja* [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 13.2.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallonanalyysi/>.

Vuori, J. 2021c. Tutkimusetiikka ihmistieteissä. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja* [verkkokäsikirja]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja] [viitattu 14.2.2025]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimusetiikka-ihmistieteissa/>.

Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

- Wilkinson, I. A. G., Parr, J. M., Fung, I. Y. Y., Hattie, J. A. C. & Townsend, M. A. R. 2002. Discussion: modelling and maximizing peer effects in school. *International Journal of Educational Research* [verkkolehti] 37, 521–535. [viitattu 5.2.2026]. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(03\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(03)00018-1).
- Woltron, F. 2024. Prospective teachers' mathematical world views and beliefs about mathematics teaching and learning goals. *International journal of mathematical education in science and technology* [verkkolehti], 1–16. [viitattu 14.7.2025]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2427833>.
- Yrjönsuuri, R. 2004. Matemaattisen ajattelun opettaminen ja oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – Näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 111–122.

Liitteet

Liite 1. Ohjeistus Minä ja matematiikka -alkuesseen tekemiseen

Minä ja matematiikka -alkuessee

Ohjeistus

Mitä matematiikka merkitsee sinulle? Palaa kouluaikaisiin kokemuksiisi matematiikasta, matematiikan oppimisesta ja opettamisesta. Tarkastele näitä kokemuksiä myös nykyisen tilanteesi näkökulmasta. Kuvaa kokemuksiä seuraavien kysymysten ohjaamina:

1. Mitä on matematiikka?

Pohdi, mitä matematiikka merkitsee sinulle ja mitä se on. Mitä on matematiikan oppiminen ja opettaminen? Millaisessa oppimisympäristössä matematiikkaa opitaan ja opetetaan? Aloita kirjoittaminen metaforalla "*Matematiikka on kuin ...*"

2. Kokemukset oppilaana ja oma koulutausta

Pohdi koulu- ja opiskeluaikaisia kokemuksiä ja vastaa kysymyksiin, jotka liittyvät käsityksiisi itsestäsi matematiikan oppijana ja opiskelijana:

- o Millainen oppilas olit omana kouluajanasi?
- o Miten opit parhaiten? Entä luokkatoverisi?
- o Millaisia matematiikan opettajia sinulla oli?
- o Miten kuvailisit matematiikan opetusta kouluajanasi?

3. Kokemukset matematiikkaa opettavana opettajana ja käsitys omista valmiuksista opettajana

- o Millainen matematiikkaa opettava opettaja olet?
- o Millaisia valmiuksia sinulla on matematiikan opettamiseen alakoulussa?

4. Tulevaisuudessa

- o Millainen on hyvä matematiikkaa opettava luokanopettaja?
- o Millaiseksi matematiikkaa opettavaksi opettajaksi haluaisit itse kehittyä?
- o Miten sinun tulisi kehittää itseäsi matematiikkaa opettavana opettajana?

Kirjoita lopuksi tavoitteesi matematiikan peruskurssille.