

**”Jos suunnittelet monipuolista matikkaa ja ne oppii,
niin ei tarvitse pitää sitä tukiopetusta niin paljon”**

Toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen matematiikan opetuksessa

Kasvatustiede

Pro gradu -tutkielma

Ella-Liina Kotala

20.5.2026

Rauma

Pro gradu -tutkielma

Koulutusohjelma, oppiaine: Luokanopettajan tutkinto-ohjelma, kasvatustiede

Tekijä: Ella-Liina Kotala

Otsikko: ”Jos suunnittelet monipuolista matikkaa ja ne oppii, niin ei tarvitse pitää sitä tukiopetusta niin paljon” - Toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen matematiikan opetuksessa

Ohjaaja: Yliopistotutkija Teija Koskela

Sivumäärä: 88 sivua

Päivämäärä: 20.5.2026

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella perusopetuksen opettajien käsityksiä, kokemuksia ja toimintatapoja toiminnallisuudesta, havainnollistamisesta ja sanoittamisesta osana matematiikan opetusta. Aikaisempi tutkimuskirjallisuus tarkastelee kyseisiä pedagogisia osa-alueita erillisinä ilmiöinä, mutta yhdistävää tutkimusta on verrattain vähän. Laadukkaan matematiikan opetuksen tekevät erityisen ajankohtaiseksi OECD:n vuoden 2022 PISA-tulokset sekä elokuussa 2026 voimaan astuvat perusopetuksen opetussuunnitelman päivitykset koskien liikunnallisen elämäntavan edistämistä.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin puolistrukturoituja haastatteluita, jotka toteutettiin yhdeksälle perusopetuksen opettajalle. Litteroitu aineisto analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin keinoin. Analyysin tukena toimi NVivo-ohjelma, jonka avulla aineistosta koodattiin tutkimuskysymystä vastaavat kohdat. Merkityt katkelmat pelkistettiin ja niitä jaoteltiin edeten kohti yhtenevää matriisi rakennetta.

Tutkimuksen tulosten perusteella toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen limittyivät toisiinsa matematiikan opetuksessa. Kyseisten menetelmien pedagoginen toimivuus opetuksessa koostuu opettajan valinnoista, ryhmän dynamiikasta sekä tilannesidonnaisista tarpeista. Turvallinen ja osallistava ilmapiiri sekä oppilaiden motivaation tukeminen edistävät toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen tarkoituksenmukaista toteutusta.

Avainsanat: matematiikan opetus, perusopetus, toiminnallisuus, havainnollistaminen, sanoittaminen

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Matematiikan opetuksen pedagogiset lähestymistavat	7
2.1	Matematiikka peruskoulussa	7
2.2	Toiminnallinen matematiikka	9
2.3	Havainnollistaminen osana matematiikkaa	15
2.4	Sanoittaminen ja kielellinen työskentely	20
2.5	Opettajan pedagoginen toimijuus	24
2.6	Oppilaan motivaatio matematiikkaa kohtaan	26
3	Tutkimuksen viitekehys	31
4	Tutkimuksen toteutus	33
4.1	Laadullinen tutkimusote	33
4.2	Aineiston keruu	34
4.3	Aineiston analyysi	39
4.4	Eettisyys	42
5	Tutkimuksen tulokset	45
5.1	Toiminnallisuus	45
5.1.1	Toimintatavat	45
5.1.2	Kohdentaminen	47
5.1.3	Vahvuudet	49
5.1.4	Haasteet	51
5.1.5	Valmiudet	53
5.2	Havainnollistaminen	53
5.2.1	Toimintatavat	54
5.2.2	Kohdentaminen	56
5.2.3	Vahvuudet	57
5.2.4	Haasteet	58
5.2.5	Valmiudet	60
5.3	Sanoittaminen	61
5.3.1	Toimintatavat	61
5.3.2	Kohdentaminen	63
5.3.3	Vahvuudet	64

5.3.4	Haasteet	65
5.3.5	Valmiudet	66
5.4	Yhteenveto	67
6	Pohdinta	69
6.1	Tutkimuksen päätulokset ja johtopäätökset	69
6.2	Tutkimuksen luotettavuus	74
6.3	Jatkotutkimusehdotukset	77
	Lähteet	78
	Liitteet	86
	Liite 1. Haastattelurunko	86

1 Johdanto

Suomalaista perusopetusta ohjaavat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, jossa matematiikan oppiaineen keskeisiksi lähestymistavoiksi on määritelty konkretia ja toiminnallisuus (Opetushallitus, 2014). Tämän lisäksi 1.8.2026 asettuu voimaan Opetushallituksen (2025) asettama päivitys perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin, koskien liikunnallisen elämäntavan edistämistä. Päivityksen mukaan liikunnallista elämäntapaa edistävät esimerkiksi toiminnalliset menetelmät, joiden avulla vahvistetaan oppimista sekä opetukseen osallistumista.

Tässä tutkimuksessa esiintyvät toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen ovat suoraan linjassa konkreettisten ja toiminnallisten menetelmien veloitteeseen, joten opettajien käsitysten ja käytäntöjen näkyville tuominen sekä ymmärtäminen tukevat opetussuunnitelman perusteiden toteutumista sekä yhdenvertaista opetusta Suomessa. Kun toiminnallisuuteen veloitetaan tulevaisuudessa entistä enemmän, on tärkeää, että opettajilla on mahdollisuus ja keinoja tarkkailla omia toimintatapojaan sekä löytää vaihtoehtoisia malleja toteuttaa toiminnallisuutta osana opetusta. Tämä tutkimus pyrkii tuomaan matematiikan osalta toiminnallisen ja konkreettisen opettamisen arkea näkyville.

Tämän tutkimuksen tekee ajankohtaiseksi myös kansainvälinen arviointitieto. OECD:n vuoden 2022 PISA-tulokset osoittivat matematiikan osaamisen heikentyneen Suomessa (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2023). Tulokset herättävät keskustelua liittyen opetuksen laatuun, oppimismotivaatioon ja pedagogisiin ratkaisuihin, joihin tämä tutkimus pureutuu opettajien käytännön kokemuksen ja käsitysten näkökulmasta.

Tutkimus tuottaa ajankohtaista tietoa siitä, miten perusopetuksen opettajat ymmärtävät ja toteuttavat toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista matematiikan opetuksessa. Aihe on sidoksissa opetushallituksen (2014) perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin sekä PISA-tulosten esiin nostamaan tarpeeseen vahvistaa oppimismotivaatiota ja opettajien tarjoaman tuen laatua (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2023). Tutkimustulokset tuottavat tietoa liittyen matematiikan opetuksen pedagogisiin käytänteisiin sekä toiminnallisten, havainnollistavien ja sanoittamiseen liittyvien menetelmien hyödyntämiseen.

Toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanallisen työskentelyn tutkiminen rinnakkain on perusteltua, koska kyseiset menetelmät eivät käytännön opetustilanteissa ole täysin eroteltavissa toisistaan (Flaten, 2026). Flaten esittää ajattelun rakentuvan aistien, kehon, kielen ja toiminnan varaan, minkä vuoksi matematiikan oppimista ei voida tarkastella esimerkiksi pelkästään kielellisenä tai symbolisena ilmiönä. Oppilaat rakentavat matemaattista ymmärrystä aktiivisesti aiempien tietojen ja kokemusten pohjalta (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Ymmärryksen tukeminen edellyttää matematiikan tarkastelua useista näkökulmista (NCTM, 2000), jolloin toiminnalliset, havainnollistavat ja sanalliset työskentelytavat voivat tukea oppilaan ajattelun ja matemaattisten taitojen kehittymistä.

Näin ollen toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista on perusteltua tarkastella rinnakkain samassa tutkimuksessa, jotta voidaan tavoittaa oppimisen ja ajattelun kokonaisvaltainen luonne. Näitä osa-alueita lähestytään toisiaan täydentävinä ja osin limittyvinä kokonaisuuksina, jotka heijastavat oppimisen moniulotteisuutta. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ole keskeistä vertailla kyseisiä menetelmiä tai tutkia niiden yhteisvaikutuksia, vaan keskittyä kuvailemaan niihin liittyviä opettajien kokemuksia, käsityksiä ja toimintatapoja. On kuitenkin tärkeää tiedostaa menetelmien päällekkäisyys ja yhteiskäytön mahdolliset vaikutukset oppimiselle.

Tutkimuksen tavoitteena on tarkastella peruskoulussa työskentelevien luokanopettajien sekä matematiikan aineenopettajien käsityksiä toiminnallisuudesta, havainnollistamisesta ja sanoittamisesta osana matematiikan opetusta. Aihetta lähestytään kyseisten opettajien kuvailemien kokemusten, käsitysten ja toimintatapojen kautta.

2 Matematiikan opetuksen pedagogiset lähestymistavat

2.1 Matematiikka peruskoulussa

Matematiikka on moniulotteinen ja usealla tasolla etenevä tieteen ala, jota on vaikea kuvailla yksiselitteisesti edes oppimisen tai opettamisen näkökulmasta (Tossavainen, 2007). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) mukaisesti matematiikan oppiaine pyrkii vahvistamaan oppilaiden luovaa, loogista ja täsmällistä ajattelua sekä muodostamaan perustan rakenteiden ja käsitteiden ymmärtämiselle. Opetuksen tarkoituksena on ohjata oppilaita käsittelemään tietoa ja tarkastelemaan ongelmia systemaattisesti, sillä matematiikka rakentuu aiemmin opitun varaan (Opetushallitus, 2014). Matematiikan opetuksessa korostuu ymmärtävä oppiminen, jolloin opetuksella pyritään ohjaamaan oppilasta myös perustelevaan ratkaisujaan, miksi jotain tapahtuu, eikä ainoastaan miten (Tuohilampi & Hannula, 2013).

Matematiikan oppiminen laadukkaasti edellyttää opettajan kykyä ohjata oppilaita aktiivisesti ja tarkoituksenmukaisesti (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Opettajan vastuulla on valita aihepiirejä ja opetustilanteita, jotka tukevat oppimista ja oppilaiden mielenkiintoa (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Tässä tutkimuksessa matematiikan oppimista lähestytään toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanallisen työskentelyn näkökulmista. Oppilaiden tulisi saada harjoitella peruskäsitteiden välisiä yhteyksiä pelkän mallien toistamisen sijaan, sillä liiallinen laskutaidon painottaminen ymmärryksen kustannuksella voi johtaa kielteisiin asenteisiin ja esimerkiksi työrauhaongelmiin (Tuohilampi & Hannula, 2013). Tuohilammen ja Hannulan mukaan opetusta olisi hyvä muuttaa innostavammaksi hyödyntämällä esimerkiksi ongelmanratkaisua, pelejä ja projekteja, joiden avulla oppiminen monipuolistuu ja käsitteiden ymmärrys syvenee. He kiinnittäisivät erityistä huomiota etenkin tyttöjen itseluottamuksen vahvistamiseen sekä haasteiden tarjoamiseen taitavimmille oppilaille, jotta oivaltamisen ilo säilyisi.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014) painottavat konkreetian ja toiminnallisten menetelmien hyödyntämistä. Ukdemin ja Çetin (2022) mukaan peruskoulun matematiikka kannattaa aloittaa arkielämän tilanteiden, konkreettisten esineiden ja visuaalisten esitysten avulla, joista vähitellen siirrytään

kohti matemaattisten symbolien käyttöä. Koskisen ja Pitkäniemen (2022) mukaan oppimisen merkityksellisyyttä tukee yhteys opetuksen sisällön ja henkilökohtaisen elämän välillä. Täten he toteavat, että oppimisen lähtökohdaksi kannattaa valita tuttuja ja oppilaita kiinnostavia konteksteja. Opetuksella pyritään edistämään oppilaiden myönteistä suhtautumista matematiikkaa kohtaan ja tukemaan heidän käsitystään itsestään matematiikan oppijoina (Opetushallitus, 2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet ohjaavat rohkaisemaan oppilaita aktiiviseen osallistumiseen ja vastuun ottamiseen omasta oppimisestaan (Opetushallitus, 2014).

Oppiminen on vuorovaikutteista niin kulttuurisessa kuin sosiaalisessakin ympäristössä (Haapala ym., 2017). Oppiminen edistää ympäristöön sopeutumista ja vaikuttaa toimintaamme siellä (Haapala ym., 2017). Koskinen ja Pitkäniemi (2022) toteavat myönteisen oppimisilmapiirin olevan oppimisen edellytys. Matematiikan oppiminen kehittää vuorovaikutus-, viestintä- sekä yhteistyötaitoja ja sitä ohjaavat tavoitteellisuus sekä pitkäjänteisyys (Opetushallitus, 2014). Haapala ym. (2017) määrittelevät oppimisen ihmisen kasvun ja kehityksen ytimeksi. He toteavat oppimisen muuttavan käyttäytymistä ja siihen liittyviä tietoja, taitoja ja tunteita.

Lasten matemaattisia taitoja sekä näiden taitojen automatisoitumista, kuten lukujonojen oppimista ja lukujen muistamista tai niiden hahmottamista, tukevat varhaiset kielelliset valmiudet sekä avaruudellinen hahmotuskyky (Aunola & Nurmi, 2018). He toteavat myös tarkkaavaisuuden ja hyvän työmuistin edistävän matematiikan oppimista. Locuniak ja Jordan (2008) muistuttavat peruslaskusujuvuuden tärkeydestä, heidän mukaansa se on välttämätön pohjataito. Laskusujuvuuteen liittyy kyky muistaa ja käyttää lukuja laskutoimitusten aikana (Locuniak & Jordan, 2008). Matemaattisten faktojen hallinta ei perustu vain muistamiseen, vaan syvempään ymmärrykseen lukujen merkityksistä ja suhteista (Locuniak & Jordan, 2008). He pitävät perustavanlaatuisista ymmärrystä lukujen suhteista ja laskemisesta tärkeinä taitoina. Ukdem ja Çetin (2022) toteavat tutkimuksessaan tehokkaan opetuksen olevan avainasemassa matemaattisen tiedon omaksumisessa. Lisäksi he pitävät tärkeänä konkretisointia ja ymmärryksen syntyä, sillä peruskouluikäinen oppilas tarvitsee kokemuksia, esimerkiksi materiaalien kautta, oppiakseen matemaattisia sisältöjä.

Matematiikan opetuksen keskeisenä haasteena voidaan pitää matemaattisen ajattelun kuvaamista ja esille tuomista (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Joutsenlahti ja Tossavainen (2018) pitävät tärkeänä tavoitteena ohjata oppilasta rakentamaan ymmärrystä, jossa jokaisella yksityiskohdalla on merkityksensä ja joita voi soveltaa uusiin tilanteisiin tietoisesti. He toteavat tämän edellyttävän niin symbolista- ja luonnollista kieltä kuin toiminnallista ja visuaalista esitysmuotoa. Varhainen mahdollisten haasteiden tunnistaminen ja tuki lukujäsentelyn kehittämiseen voivat ehkäistä myöhempiä sujuvuusongelmia (Locuniak & Jordan, 2008).

2.2 Toiminnallinen matematiikka

Toiminnallisia työtapoja käytetään sekä oppimisen että opetuksen laadun parantamiseksi (Lerum ym., 2021). Toiminnallinen matematiikka innostaa, motivoi ja edistää syvällistä oppimista (Savolainen ym., 2018). Daly-Smith ym. (2020) toteavat toiminnallisuuden mahdollistavan oppimisen lisäksi terveyttä edistävää fyysistä aktiivisuutta. Fyysinen aktiivisuus vaikuttaa positiivisesti aivojen toimintaan ja kognitioon parantamalla paitsi terveyttä, myös edistämällä vastaavasti akateemista suoriutumista (Hillman ym., 2008). Reed ja kumppanit (2010) toteavat fyysisen liikkeen edistävän päättelykykyä ja ongelmanratkaisutaitoja. He kehottavat fyysisen aktiivisuuden lisäämistä oppitunneille lasten kognitiivisten kehityksen tukemiseksi.

Toiminnallinen oppiminen ja sen myötä liikkeen lisääminen vaikuttavat tehokkailta opetustavoilta, sillä ne ovat lisänneet oppilaiden koulumenestystä etenkin matemaattisten aineiden osa-alueella (Nurbavliyev ym., 2022; Have ym., 2018; Petrigna ym., 2022; Mullender-Wijnsma ym., 2016). Mullender-Wijnsma ym. (2016) tuovat esiin ajatuksen toiminnallisuuden tehokkuuden pohjautumisesta aivojen ja kehon yhteistoimintaan, jolloin kognitiivinen tieto on peräisin kehollisesta tietoisuudesta. Heidän mukaansa erityisesti lasten tiedot ovat lähtöisin aistimuksista ja motorisista prosesseista. Toiminnallisuuden tuominen osaksi koulupäiviä, esimerkiksi aktivoivien oppimisympäristöjen avulla voi tukea oppilaiden kokonaisvaltaista kehitystä, niin fyysisellä, psyykkisellä kuin tiedollisellakin tasolla (Culp ym., 2020). Daly-Smith ym. (2020) pitävät monipuolisia oppimisympäristöjä tärkeinä, esimerkiksi koulun käytävien, salien ja pihojen hyödyntäminen mahdollistaa monipuolisuutta perinteisen luokkahuoneessa tapahtuvan opetuksen rinnalla. Usein

luokkahuoneiden ulkopuolella toiminnallisuus on fyysisesti aktiivisempaa (Daly-Smith ym., 2020).

Toiminnallisuuden fyysistä aktiivisuutta sisältävä osa-alue on tärkeä, sillä liikunnan hyödyt kognitiolle ovat havaittavissa useilla biologisilla ja toiminnallisilla tasoilla (Hillman ym., 2008). Liikunnan ja oppimisen yhdistämisellä voidaan saavuttaa vähintään yhtä hyviä oppimistuloksia kuin perinteisellä opetuksella, mutta lisäksi on mahdollista parantaa kuntoa ja lisätä päivittäistä liikuntaa (Vetter, 2018). Liikunta vaikuttaa aivojen kemiallisiin aineisiin ja proteiineihin, jotka tukevat hermosolujen kasvua, selviytymistä ja muovautuvuutta, lisäksi liikunta edistää hermosolujen syntyä ja yhteyksien muodostumista, erityisesti aivojen muistitoimintojen kannalta (Hillman, 2008). Liikunnan seurauksena ihmiset suoriutuvat paremmin oppimis-, muisti- ja ongelmanratkaisutehtävistä eli kognitiivinen suorituskyky paranee (Hillman, 2008). Vaikka liikuntaa ja fyysistä aktiivisuutta korostetaan osana toiminnallisuutta, on tärkeää pohtia tarkoituksenmukaisuutta ja pitää oppiminen keskiössä, Daly-Smith ja kollegat (2020) pitävät liikuntaa toiminnallisuuden sivutuotteena. Myös Deweyn (1938) mukaan on syytä kiinnittää huomiota oppimiskokonaisuuden laatuun. Opettajan tehtävänä on muodostaa kokonaisuus, joka edistää oppimista toiminnan avulla (Dewey, 1938). Dyrstad ym. (2018) korostavat liikunnan integroimista opetukseen ja päivittäisiin rutiineihin sen sijaan, että keskityttäisiin yksinomaan fyysisen aktiivisuuden lisäämiseen.

Liikunnalla on laajempia vaikutuksia myös aivojen ja hermoston toimintaan, esimerkiksi parantamalla verenkiertoa aivoissa ja edistämällä aivojen eri osien yhteistyötä, mikä tukee muistia, tarkkaavaisuutta ja päätöksentekoa (Hillman, 2008). Bartholomewin ja Jowersin (2011) tutkimustulokset tukevat vahvasti fyysisesti aktiivisten oppituntien sisällyttämistä koulupäiviin. Petrigna ja kumppanit (2022) toteavat tutkimuksessaan fyysisesti aktiivisten lasten omaavan paremmat motoriset taidot verrattuna fyysisesti passiivisiin ikätovereihinsa. Toiminnalliset oppitunnit lisäävät kokonaisliikunta-aikaa, parantavat oppimistuloksia ja kehittävät motorisia taitoja (Petrigna ym., 2022). Motoristen taitojen hallinta puolestaan edistää aivojen kehitystä (Haapala ym., 2017). Lisäksi lapsena tapahtuva liikunta voi edistää kognitiivista kehitystä (Petrigna ym., 2022).

Haapalan ja kumppaneiden (2017) mukaan koulun toimintakulttuurin kehittämistä ohjaa pyrkimys fyysiseen aktiivisuuteen. Taustalla on ennen kaikkea tieto siitä, että liikkuminen tukee oppimista (Haapala ym., 2017). Culp ym. (2020) toteavat, että elämäntapojen ja hyvinvoinnin kehittämisessä kaikki keinot tulisi ottaa käyttöön. Koulupäivän aikainen liikunta, esimerkiksi istumisen tauottaminen tai opetukseen integroitu liikunta ovat olleet nosteessa viime vuosina (Haapala ym., 2017). Myös Vetter ja kollegat (2018) pitävät toiminnallisia oppitunteja hyödyllisinä, ne esimerkiksi vähentävät pitkäkestoista istumista, mikä on tärkeää sekä terveydelle että oppimiskyvylle. He toteavat pitkien istumisjaksojen katkaisemisen olevan yhteydessä parantuneeseen työskentelyyn tehtävien parissa. Elokuussa 2026 astuvat voimaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden päivitykset, jotka sisältävät velvoitteen liikunnallisen elämäntavan lisäämisestä (Opetushallitus, 2025).

Toiminnallisuus on kirjattu toimintatavaksi, jolla pyritään lisäämään liikunnallisen elämäntavan omaksumista (Opetushallitus, 2025). Liikunnallisen elämäntavan ja sen myötä toiminnallisuuden ajatellaan lisäävän oppilaiden hyvinvointia monipuolisesti, niin fyysisen, psyykkisen kuin sosiaalisen osa-alueen kautta (Opetushallitus, 2025).

Vetter ja kollegat (2019) muistuttavat fyysisen aktiivisuuden psykologisista hyödyistä, kuten sosiaalisten taitojen ja itseluottamuksen kehittymisestä sekä parantuneista kognitiivisista toiminnoista, esimerkiksi tarkkaavaisuudesta ja toiminnanohjauksesta. Myös Savolainen ym. (2018) korostavat toiminnallisuutta sosiaalisten taitojen kehityksen näkökulmasta, yhdessä tekeminen koko luokan, parin tai pienen ryhmän kesken nähtiin vahvuutena. Toiminnallisuus mahdollistaa aktiivisen osallistumisen jokaiselle oppilaalle taitotasosta riippumatta, kun oppimisen tarvittavasta tuesta on huolehdittu (Savolainen ym., 2018). Sosiaalinen ympäristö on tärkeä myös oppimisen näkökulmasta (Vygotsky, 1978). Vygotskyn lähikehityksen vyöhykkeen mukaan oppiminen tapahtuu erityisesti tilanteissa, joissa oppilas kykenee toisten tuella suoriutumaan tehtävistä, joihin ei vielä itsenäisesti pysty. Näin oppiminen ja kehitys rakentuvat aktiivisen toiminnan, sosiaalisen vuorovaikutuksen, yhteistoiminnan ja ohjauksen varaan (Vygotsky, 1978).

Liikunta tukee paitsi matemaattisia taitoja myös luokahuonekäyttäytymistä (Petrigna ym., 2022). Koulupäivien aikana tapahtuvalla liikkumisella on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia lasten käyttäytymiseen ja itsesäätelykykyyn sekä muistiin ja keskittymiseen koulussa (Haapala ym., 2017; Watson ym., 2017). Toiminnalliset

tehtävät vähensivät Watsonin ym. (2017) ja Lerumin ym. (2021) tutkimusten mukaan välittömästi häiriökäyttäytymistä. Vaikka toiminnallisuus oppitunneilla voi viedä aikaa muulta, se lisää fyysistä aktiivisuutta sekä parantaa keskittymistä tehtäviin, vaikuttamatta oppimistuloksiin negatiivisesti (Petrigna ym., 2022). Vetterin ym. (2018) tutkimuksen mukaan oppilaat rauhoittuivat toiminnallisten tuntien jälkeen hyvin, erityisesti ne, joilla oli vaikeuksia keskittyä pitkään, hyötyivät toiminnallisesta oppimisesta. Myös Bartholomew ja Jowers (2011) ovat havainneet lasten keskittymisen parantuneen ja työskentelyajan lisääntyneen toiminnallisten oppituntien myötä, verrattuna perinteisempiin istumapainotteisiin oppitunteihin. Toisaalta Savolainen ym. (2018) esittävät toiminnanohjauksen vaikeuksien, käytöshaasteiden ja oppilaiden tottumattomuuden toiminnallisiin työskentelytapoihin voivan vaikeuttaa opetuksen toteutusta ja ryhmänhallintaa, erityisesti suurissa ryhmissä.

Liikunnan ja mielen hyvinvoinnin tuominen osaksi koulun arkea mahdollistuu esimerkiksi toiminnallisuuden, luovan työskentelyn, liikkumisen, leikin ja elämysten myötä (Haapala ym., 2017). Toiminnalliset oppitunnit voivat mahdollisesti toimia myös keinona sitouttaa oppilaita oppisisältöön, mikä voi johtaa parempaan keskittymiseen (Watson ym., 2017). Haapala ja kumppanit (2017) toteavat, että työtapojen valinnassa kannattaa korostaa kokemuksellisuutta ja toiminnallisuutta, aistien monipuolista käyttöä sekä liikkumista, jotka vahvistavat paitsi positiivisia oppimiskokemuksia myös suhtautumista opiskeltavia asioita kohtaan. Savolaisen ym. (2018) mukaan toiminnallisten työtapojen myötä oppilaille pystyttiin antamaan lisää vastuuta.

Kablan (2016) sekä Carbonneau ym. (2013) toteavat tutkimuksissaan toiminnallisten menetelmien yhdistämisen perinteisemmän opetuksen rinnalle vähentävän eroja oppimisessa oppilaiden välillä. Have ja kollegat (2018) puolestaan osoittavat tutkimuksessaan, kuinka oppilaiden matemaattiset taidot kehittyivät kontrolliryhmään verrattuna enemmän, kun käytössä oli toiminnallisuutta sisältävää matematiikan opetusta. Heidän mukaansa oppitunneilla toteutetun aktiivisuuden lisäämisen ohella liikuntatuntien määrän lisääminen on matemaattisten taitojen kannalta kaikkein hyödyllisintä. Vetter ym. (2019) sekä Vetter ym. (2018) tutkivat kertotaulujen oppimista toiminnallisten oppituntien kautta. He totesivat tutkimuksissaan (Vetter ym., 2019; Vetter ym. 2018) fyysisen aktiivisuuden edistävän kertotaulujen oppimista ja

olevan tehokas oppimistapa. Vetter ja kollegat (2019) toteavat, että toiminnalliseen matematiikkaan voidaan yhdistää myös muita oppiaineita ja taitoja.

Oppimistuloksia parantavat erityisesti ne toiminnalliset oppitunnit, jotka sisältävät liikettä, leikin kautta oppimista ja ulkona tapahtuvaa oppimista, joissa fyysinen aktiivisuus on integroitu suoraan oppimistehtäviin (Petrigna ym., 2022).

Toiminnallisilla matematiikan oppitunneilla voidaan esimerkiksi liikkua lattialla olevalla lukusuoralla tai konkretisoida yhteenlaskuja kehon liikkeillä (Savolainen ym., 2018). Toiminnallinen, useita aisteja herättelevä ja leikillinen oppiminen sopii monenlaisille oppijoille (Vetter ym., 2018). Leikin kautta oppiminen ohjaa lapsia tekemään valintoja ja ottamaan vastuuta samalla kun he pitävät hauskaa (Petrigna ym., 2022). He toteavat tämän tukevan kognitiivisia prosesseja ja motivaatiota sekä muovaavan elintapoja. Leikin ollessa miellyttävää, luovaa, turvallista ja aktiivista oppiminen perustuu sisäiseen motivaatioon (Petrigna ym., 2022).

Lindtin ja Millerin (2017) tutkimus osoittaa, että liikkeen lisääminen edistää oppilaiden kiinnostusta, akateemista oppimista sekä sitoutumista opittaviin sisältöihin verrattuna luokkiin, jossa aktiivista liikettä ei käytetä osana opetusta. Myös Petrigna ja kumppanit (2022) toteavat liikkumisen kautta tapahtuvan oppimisen olevan tehokas, edullinen ja miellyttävä menetelmä etenkin alakouluikäisille oppilaille. Heidän mukaansa oppitunneilla toteutettu liikunta voi lisätä myös sisäistä motivaatioita, koettua pätevyyttä ja ponnistelua.

Koskinen ja Pitkäniemi (2022) toteavat matematiikan opetuksen vaativat monipuolisia lähestymistapoja, joihin kuuluu laadukas toiminnallinen opetus. Son (2025) toteaa liikkumisen lisäävän laajempaa oppimispotentialia. Koskisen ja Pitkäniemen (2022) mukaan toiminnallisuus on yksi tavoitteiden saavuttamisen edellytyksistä. On keskeistä kiinnittää huomiota siihen, että oppilaan luovuus ja aktiivisuus säilyvät tiedon rakentamisessa (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Oppilaat soveltavat käsitteitä ja strategioita matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen, kun käytössä on opetustapa, jossa liike ja fyysiset taidot yhdistetään akateemiseen opetukseen (Son, 2025).

Mullender-Wijnsma ym. (2016) pitävät tärkeänä toiminnallisten oppituntien sisällyttämistä koulujen opetussuunnitelmiin. Heidän mukaansa toiminnalliset oppitunnit ovat innovatiivinen ja tehokas tapa parantaa lasten akateemisia

saavutuksia. Haapala ja kumppanit (2017) toteavat opetussuunnitelman antavan mahdollisuuksia entistä aktiivisimmille koulupäiville. Toiminalliset oppitunnit ovat toteutettavissa vähäisin resurssein ja sen vuoksi laajasti sovellettavia sekä kustannustehokkaita (Vetter ym., 2019). Myös Vetter (2018) toteaa toiminnallisen opetuksen olevan toteutettavissa vähäisillä resursseilla ja esimerkiksi yhden opettajan toimesta. Toisaalta Savolainen ym. (2018) sekä Daly-Smith ym. (2020) näkevät kollegoiden tuen ja yhteistyön merkityksellisiksi toiminnallisen matematiikan toteuttamisessa. He pitävät myös toisen aikuisen säännöllistä läsnäoloa toiminnallisilla oppitunneilla tärkeänä.

Daly-Smith ym. (2020) toteavat resurssien olevan usein puutteellisia ja sen olevan merkittävä este toiminnallisuuden toteuttamiselle. He korostavat valmiiden suunnitelmien ja materiaalien merkitystä toiminnalliselle opetukselle sekä toisaalta opettajien puutteellisia pystyvyyden kokemuksia toiminnallista opetusta haastavana tekijänä. Petrigna ja kollegat (2022) pitävät mahdollistuttua toteuttaa toiminnallisia oppitunteja matalalla kynnyksellä tärkeänä. He pitävät keskeisenä, etteivät oppitunnit vaadi opettajilta erityisiä lisävalmisteluja ja ovat mielekkäitä sekä opettajille että oppilaille. Petrigna ja kollegat (2022) toteavat toiminnallisen opetuksen olevan ihanteellista alakouluissa.

Toiminnallisen opetuksen toteuttamiseen liittyy useita käytännön haasteita, jotka voivat vaikuttaa sen käyttöönottoon ja toteuttamiseen koulun arjessa (Dyrstad ym., 2018; Savolainen ym., 2018). Erityisesti opetuksen suunnittelu, materiaalien valmistaminen, ajankäyttö sekä sopivien tilojen ja resurssien saatavuus voivat kuormittaa opettajia ja aiheuttaa stressiä (Daly-Smith, 2020; Savolainen ym., 2018; Dyrstad ym., 2018). Kyseiset haasteet vaikuttavat toiminnallisuuden toteuttamiseen erityisesti uran alkuvaiheessa, kun kokemusta ei vielä ole (Dyrstad ym., 2018). Myös Watson ja kollegat (2017) korostavat käytännön kokemuksen merkitystä toiminnallisuuden sujuvalle toteutukselle. Ylipäätään toiminnallisten työtapojen käytössä opettajan pystyvyyden kokemukset ja luotto omaan kykyihin ovat merkityksellisiä (Dyrstad ym., 2018; Daly-Smith, 2020). Savolaisen ja kollegoiden (2018) mukaan toiminnalliset menetelmät edellyttävätkin usein asteittaista harjoittelua, selkeitä rakenteita sekä opettajalta vahvaa ohjausta. Haasteet näyttävätkin liittyvän ennen kaikkea toiminnallisten menetelmien käytännön

toteuttamisen edellytyksiin pikemminkin kuin niiden pedagogiseen arvoon (Savolainen ym., 2018).

2.3 Havainnollistaminen osana matematiikkaa

Matematiikan oppimista voidaan tukea tehokkaasti valitsemalla tarkoituksenmukaisia havainnollistavia välineitä osaksi opetusta (Koskinen & Pitkäniemi, 2022; Tjandra, 2023). Havainnollistavien välineiden käyttöä voidaan pitää tehokkaana keinona oppilaiden osallistamisessa omaan oppimisprosessiinsa (Tjandra, 2023; Quigley, 2021). Koskinen ja Pitkäniemi (2022) toteavat välineiden käyttöön liittyvän opastuksen olevan tärkeää. Oikein valitut välineet yhdessä toimintaan liittyvän ohjauksen kanssa auttavat oppilaita ymmärtämään yhteyksiä matematiikan abstraktien ja konkreettisten muotojen välillä (Koskinen & Pitkäniemi, 2022; Marshall & Swan, 2008). Myös Siller ja Ahmad (2024) sekä Tjandra (2023) toteavat konkreettisten välineiden syventävän oppilaiden ajattelua. Välineiden havainnollistava arvo, opettajan ohjauksen määrä ja laatu sekä oppilaan kehitysvaihe ovat keskeisiä oppimisen tehokkuuteen vaikuttavia osa-alueita (Carbonneau ym., 2013; Marshall & Swan, 2008). Välineiden vaikutus vaihtelee myös luokka-asteen, opetettavan aiheen, välineen käyttömenetelmän sekä ajankohdan mukaan (Siller & Ahmad, 2024; Uribe-Flórez & Wilkins, 2010).

Swan ja Marshall (2010) määrittelevät havainnollistavat välineet esineiksi, joiden käsittely herättää aisteja ja edistää matemaattisia ajatteluprosesseja. He pitävät opetus- sekä apuvälineet, kuten esimerkkimallit ja murtolukutaulukot määritelmän ulkopuolella. Swan ja Marshall (2010) korostavat määritelmässään varsinaisia matematiikkavälineitä ja arjen esineitä, kuten nappeja tai helmiä. Tässä tutkimuksessa havainnollistavilla välineillä tarkoitetaan paitsi Swanin ja Marshallin konkreettisia esineitä, myös erilaisia apuvälineitä ja visuaalisia oppimateriaaleja, joilla pyritään ohjaamaan oppilaita kohti matemaattisten ilmiöiden ja käsitteiden ymmärtämistä visuaalisten ja konkreettisten esitysten avulla (Tjandra, 2023; Horan & Carr, 2018). Tjandra (2023) antaa esimerkin, jossa oppilaat voivat käyttää palikoita apunaan kerto- ja jakolaskujen ymmärtämisessä tai erilaisia kuvioita opitellessaan murtolukuja.

Havainnollistavat välineet voivat olla arjen esineitä, itse tehtyjä tai tarkoitukseensa kehitettyjä, ne voivat vaihdella ”pavuista ja pullonkorkeista” matematiikkaan suunniteltuihin välineisiin (Boggan ym., 2010). Paljon käytettyjä välineitä ovat esimerkiksi palikat, kuviot, lukujanat, geometriset kappaleet, kaaviot ja taulukot (Tjandra, 2023). Horan ja Carr (2018) muistuttavat osana tutkimustaan havainnollistavien välineiden voivan olla myös yksinkertaisia, kuten sormet. Tärkeintä on välineen havainnollistava arvo ja soveltuvuus halutun asian esittelemiseen, harjoitteluun tai kertaamiseen (Boggan ym., 2010). Havainnollistavat välineet antavat oppilaille mahdollisuuden tutkia ja kokeilla matemaattisia käsitteitä, tehden oppimisesta vuorovaikutteisempaa ja mielenkiintoisempaa (Tjandra, 2023).

Oikein käytettynä havainnollistavilla välineillä voidaan syventää oppilaiden ymmärrystä, lisätä osallistumista sekä parantaa saavutettavuutta (Quigley, 2021; Tjandra, 2023). Tjandra (2023) toteaa välineiden tarjoavan konkreettisia esityksiä, jotka voivat auttaa oppilaita syventämään aineenhallintaa. Hänen mukaansa kokeilemalla erilaisia ratkaisuja oppilaat voivat kehittää kriittistä ajatteluaan ja ongelmanratkaisutaitojaan, jotka ovat tärkeitä matemaattiselle menestymiselle. Havainnollistavan materiaalin käyttö voi lisäksi olla mielenkiintoinen ja vuorovaikutteinen tapa oppia matematiikan sisältöjä (Quigley, 2021; Tjandra, 2023). Quigley (2021) korostaa havainnollistavia välineitä osana pari- ja ryhmätyöskentelyä. Tjandra (2023) pitää tärkeänä apuvälineiden sisältämää tasa-arvon näkökulmaa. Hänen mukaansa erityistarpeita tai fyysisiä vammoja omaavat oppilaat voivat saada välineiden avulla mahdollisuuksia osallistua opetukseen tavoilla, jotka eivät muuten olisi mahdollisia.

Oppilaat eivät välttämättä näe havainnollistavia välineitä samalla tavalla kuin opettaja tai he eivät ymmärrä opettajan niille asettamaa tarkoitusta (Simon, 2022).

Oppimiskokemukset voivat myös estää tai vääristää oppilaan oppimista (Dewey, 1938). Bogganin ja kumppaneiden (2010) mukaan välineiden on vastattava lapsen matemaattisia taitoja ollakseen hyödyllisiä. Jotta oppiminen olisi tehokasta, pelkkä oppimateriaalien käyttäminen ei riitä antamaan matemaattista ymmärrystä (Swan & Marshall, 2010). Välineiden valinnan täytyisi olla tarkoituksenmukaista ja niiden tulisi olla oppilaille sopivia sekä vastata matematiikan opetussuunnitelman tavoitteita sekä päämääriä (Boggan ym., 2010). Swan ja Marshall (2010) korostavat lisäksi

opetuksen merkitystä ja järjestelmällisyyttä osana havainnollistavien välineiden käyttöä.

Erilaisia muistivälineitä on käytetty jo kauan, ne kuuluvat ihmisen sosiaaliseen kehitykseen (Vygotsky, 1978). Vygotskyn mukaan merkit ja apuvälineet ovat keinotekoisia ärsykeitä, joita ihminen luo ja käyttää muistin tukena. Hänen mukaansa muisti muuttuu ja laajenee monimutkaisemmaksi ja kulttuurisesti kehittyneemmäksi apuvälineiden myötä.

Metsämuuronen (2013) sekä Marshall ja Swan (2008) ovat todenneet havainnollistavien oppimateriaalien ja välineiden edistävän opetusta tehden siitä selkeämpää. Dewey (1938) korostaa havainnollistavien menetelmien tarjoavan konkreettisia kokemuksia, joiden kautta oppilaat voivat ymmärtää kokonaisuuksia syvällisemmin. Havainnollistavien materiaalien ja välineiden keskeinen tarkoitus on Koskisen ja Pitkäniemen (2020) mukaan yhdistää matemaattinen ajatus ulkoiseen esitystapaan. Välineillä pyritään ilmentämään ominaisuuksia, jotka ovat keskeisiä kyseessä olevan matemaattisen käsitteen tai toiminnon ymmärtämisessä (Koskinen & Pitkäniemi, 2020; Swan & Marshall, 2010). Erilaiset merkit, kuten kuvat, toimivat välivaiheena ärsykkeen ja vastauksen välillä, ne auttavat ihmistä tulkitsemaan ja ohjaamaan omaa toimintaansa (Vygotsky, 1978). Vygotsky toteaa merkkien olevan tärkeitä muistille ja tahdonalaiselle tarkkaavaisuudelle, sillä ne mahdollistavat monimutkaisemman ajattelun.

Erityisesti lapsilla muisti on konkreettista ja tarvitsee ulkoista tukea, kuten muistivälineitä (Vygotsky, 1978). Metsämuuronen (2013) arvioi etenkin alkuopetusvuosina käytetyt konkreettiset välineet oppimista edistäviksi. Oppilaat, joiden luokissa on käytetty ensimmäisinä kouluvuosina enemmän havainnollistavia välineitä saavat paremman pohjan tulevaisuuden matematiikan oppimiselle (Metsämuuronen, 2013). Marshall ja Swan (2008) sekä Uribe-Flórez ja Wilkins (2010) toteavat tutkimuksissaan opetettavan vuosiluokan vaikuttavan havainnollistavan materiaalin käyttöön. Havainnollistavaa materiaalia käytetään erityisesti alakoulun ensimmäisillä vuosiluokilla (Uribe-Flórez ja Wilkins, 2010). Marshall ja Swan (2008) pohtivat tutkimuksessaan syytä materiaalien käytön vähenemiselle myöhemmille vuosiluokille siirryttäessä. He pitävät mahdollisena oppikirjan lisääntynyttä käyttöä, minkä vuoksi havainnollistavaa materiaalia käytetään

vähemmän. Havainnollistavien välineiden käytön nähdään vievän myös liikaa aikaa ylemmillä luokilla, joissa oppisisältöjä on paljon (Marshall & Swan, 2008).

Boggan ja kumppanit (2010) toteavat alakoulussa osana opetusta käytettävät havainnollistavat välineet hyödyllisiksi, heidän mukaansa kaiken tasoiset ja erilaisia valmiuksia omaavat oppilaat voivat saada myönteisiä vaikutuksia oppimiseensa. Tjandra (2023) toteaa välineiden käytön aktivoivan oppilaita osana matematiikan opetusta. Hänen mukaansa välineet antavat oppilaille mahdollisuuden olla mukana omassa oppimisessaan omaan tahtiinsa. Passiivisen opettajan kuuntelun sijaan oppilaat voivat tutkia, kokeilla ja ymmärtää itse matemaattisia käsitteitä ja ilmiöitä toiminnan kautta (Quigley, 2021; Tjandra, 2023). Tjandra (2023) korostaa välineitä osana ongelmanratkaisutaitojen kehitystä sekä pitää niitä tärkeänä osana inklusiota, kun erilaiset kyvyt ja oppimistyyliä omaavat oppilaat opiskelevat samassa luokassa. Havainnollistavien välineiden käyttö matematiikan tunneilla tukee eri oppimistyyliä, kuten visuaalista ja kinesteettistä oppimista (Tjandra, 2023). Tjandra (2023) pitääkin tärkeänä opettajien taitoa mukauttaa välineiden käyttöä eri oppijoiden tarpeisiin sopiviksi. Myös Quigley (2021) korostaa ajattelun tukea keskeisenä osana havainnollistavien välineiden käyttöä.

Havainnollistavat välineet parantavat oppimistuloksia (Siller & Ahmad, 2024; Ukdem & Çetin, 2022). Siller ja Ahmad (2024) ovat tutkineet sekä konkreettisia- että virtuaalisia välineitä tutkimuksessaan. Sillerin ja Ahmadin (2024) tutkimustulokset osoittivat konkreettisten ja virtuaalisten välineiden yhdistetyn käytön olevan tehokasta ja parantavan esimerkiksi oppilaiden koetuloksia. Havainnollistavien välineiden on todettu lisäävän oppilaiden matemaattisten käsitteiden ymmärrystä, parantavan sitoutumista oppimiseen sekä vahvistavan ongelmanratkaisutaitoja (Quigley, 2021; Tjandra, 2023). Myös Tjandra (2023) tuo esiin tutkimuksessaan digitaalisia välineitä osana havainnollistamista. Carbonneau ym. (2013) toteavat välineiden käytön matematiikan opetuksessa olevan toimiva opetustapa. Tutkimuksessaan he kuitenkin toteavat opetuksellisten muuttujien voivan vaikuttaa sekä heikentävästi että vahvistavasti oppimiseen toiminnallisten menetelmien ja välineiden avulla.

Pelkkä välineiden käyttö ei välttämättä riitä parantamaan oppilaiden matematiikan osaamista (Carbonneau, 2013; Marshall & Swan, 2008). Myös Simon (2022) tuo tutkimuksessaan esiin kriittistä suhtautumista havainnollistaviin välineisiin

matematiikassa. Hän toteaa, ettei uusia käsitteitä opita näkemällä niiden esittämistä välineiden avulla, eikä tehtävien ratkaiseminen vain apuvälineitä käyttäen riitä uuden tiedon rakentamiseen. Simon (2022) toteaa kuitenkin joidenkin havainnollistavien välineiden, myös digitaalisten, voivan ohjata oppilaita tekemään juuri niitä toimintoja, jotka auttavat heitä ymmärtämään uuden käsitteen paremmin. Esimerkiksi kymmenjärjestelmäpalikat voivat auttaa oppilaita vähennyslaskuissa, kuten ohjata vaihtamaan kymmeniä ykkösiksi, kun taas pelkät numerot saattavat saada oppilaan etenemään lukujonolla taaksepäin yksitellen (Simon, 2022). Simon (2022) toteaa välineiden tukevan oppilaiden aiempaa tietoa ja luovan pohjaa uuden omaksumiselle. Havainnollistavien välineiden avulla oppilaat voivat suoriutua tehtävistä, joita he eivät vielä pystyisi tekemään ilman välineiden tarjoamaa tukea (Simon, 2022; Vygotsky, 1978). Oppimisen näkökulmasta ilmiö kuvaa hyvin Vygotskyn (1978) lähikehityksen vyöhykettä.

Tjandra (2023) sekä Marshall ja Swan (2008) tuovat tutkimuksissaan esiin havainnollistamiseen liittyviä haasteita. Havainnollistavat välineet voivat olla kalliita, mikä muodostuu haasteeksi vähävaraisissa kouluissa (Tjandra 2023; Marshall & Swan, 2008). Toisaalta säilytystilan puute voi tulla vastaan isojen havainnollistavien välineiden kohdalla (Tjandra, 2023; Marshall & Swan, 2008). Välineiden käytön kannalta on kaikkein oleellisinta, että ne soveltuvat käyttötarkoitukseen, mutta toisinaan haasteeksi voi osoittautua oikeanlaisten välineiden löytäminen ja saatavuus (Tjandra, 2023; Marshall & Swan, 2008). Marshall ja Swan (2008) tuovat esiin myös välineiden rajallisen määrän, niistä aiheutuvan sotkun ja melun sekä valmisteluihin kuluvan ajan. Välineiden käyttöön liittyy myös oppilaiden käyttäytymisen hallintaa, lapset saattavat pitää välineitä leluina, eivätkä välttämättä kuuntele opettajan antamia ohjeita (Marshall & Swan, 2008). Myös kulttuurierot ja oppilaiden vastustus voivat osoittautua haasteiksi, mikäli oppilaat pitävät välineitä tarpeettomina tai lapsellisina (Tjandra, 2023).

Quigleyn (2021) mukaan havainnollistavia välineitä voidaan käyttää käsitteen esittelemiseen tai tutkimiseen, kuvioiden rakentamiseen tai pelien pelaamiseen. Hän toteaa opettajien käsitysten ja käytäntöjen vaikuttavan huomattavasti siihen, miten konkreettisia materiaaleja käytetään matematiikan oppitunnilla. Tjandra (2023) nostaa haasteeksi myös puutteet opettajien koulutuksessa sekä välineiden tehottoman käytön. Opettajien tulisi saada koulutusta tehokkaaseen välineiden

käyttöön (Tjandra, 2023). Quigley pitää todennäköisenä, etteivät pitkään alalla työskennelleet opettajat ole perehtyneet nykyaikaisiin matematiikan opetusta ja oppimista koskeviin teorioihin, vaan pitäytyvät vanhoissa tavoissaan. Toisaalta uran alkuvaiheessa olevat opettajat käyttävät havainnollistavia materiaaleja ilman tarkempaa tarkoitusta (Quigley, 2021). Opetuskokemus vuosina ei kuitenkaan yksinään selitä havainnollistavan materiaalin käytön määrää tai laatua (Uribe-Flórez & Wilkins, 2010).

2.4 Sanoittaminen ja kielellinen työskentely

Matematiikan kielentämisellä tarkoitetaan suullista tai kirjallista ilmaisua, ilmeitä, eleitä, kuvia tai symboleita, jotka konkretisoivat matemaattista ajattelua ja ilmiöitä (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018; Joutsenlahti, 2003). Tässä tutkimuksessa tarkastelu rajataan kielentämisen sanalliseen ulottuvuuteen, josta käytetään termiä sanoittaminen. Sanoittamisella viitataan matemaattisten käsitteiden, suhteiden ja ratkaisuprosessien ilmaisemiseen puheen avulla. Lisäksi opettajan ja oppilaiden käyttämän matemaattisen puheen selkeys ja täsmällisyys liittyvät sanoittamiseen. Puhe ei ole vain kertomista, vaan myös toimintaa ohjaava väline (Vygotsky, 1978).

Sanoittamista kuvataan opettajan ja oppilaiden puheena sekä yhteisinä keskusteluina, jotka resursseina tukevat oppilaan matemaattisen ajattelun ja puheen kehittymistä sekä auttavat osallistumaan ja syventämään matematiikan osaamista (Planas ym., 2023). Tossavainen (2007) toteaa matematiikan sanaston sisältävän paljon vakiintuneita rakenteita ja ilmaisuja, joita ei esiinny muualla, mutta hän painottaa myös arkikieltä osana matematiikkaa ja sen havainnollistamista. Sanoittamisella mahdollistetaan matematiikan käsitteiden täsmällisyys ja erottelu toisistaan (Planas ym., 2023). Terminologian lisäksi sanallinen työskentely sisältää paljon nimeämistä sekä selittämistä, jotka tukevat merkityksien ymmärtämistä (Planas ym., 2023).

Joutsenlahden ja Tossavaisen (2018) mukaan kieli on keskeinen osa oppilaan ja opettajan välistä vuorovaikutusta, lisäksi oppimateriaalien käyttö ja ymmärtäminen vaativat kielellistä kommunikaatioita. Matematiikassa on kyse kommunikaatiosta ja ajattelusta, jossa keskeisessä osassa ovat sanasto ja matematiikalle tyypilliset termit (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018; Tossavainen, 2007). Joutsenlahti ja Tossavainen

(2018) sekä Sfard ja Kieran (2001) toteavat matematiikan abstraktin luonteen vuoksi täsmällisen ja selkeän kielenkäytön olevan erityisen keskeistä. Suullisten selitysten kielellinen yksinkertaisuus tukee oppilaiden ymmärtämistä merkittävästi paremmin kuin kielellisesti monimutkaiset selitykset (Tippe ym., 2025). Ymmärrettävyys ei riipu vain sisällön tarkkuudesta, vaan myös sen kielellisestä rakenteesta, kuten lauseiden pituudesta, sidosteisuudesta, matemaattisten käsitteiden määrästä sekä rakenteiden monimutkaisuudesta (Tippe ym., 2025). Heidän tutkimustuloksensa osoittavat, että lyhyemmät ja selkeämmät lauseet sekä vaikean sanaston välttäminen parantavat oppimista. Koskinen ja Pitkäniemi (2020) toteavat tutkimuksessaan arkimaailmaan kytkeytyneen käsitteistön olevan ymmärtämisen kannalta merkityksellistä uuden asian tulkinnalle ja oppimiselle. Matematiikan sosiaaliset lähestymistavat vaikuttavat Koskisen ja Pitkäniemen (2020) tutkimuksen mukaan positiivisesti oppilaiden aktiivisuuteen ja kielentämisen kautta parantavat ymmärtämistä. Ylipäätään kommunikaation lisäämisellä on pystytty parantamaan oppimistuloksia (Koskinen & Pitkäniemi, 2020).

Alakoulussa oppilaan aktiivinen osallistuminen sekä toiminnan kieli eli ajattelun ilmentäminen havainnollistavien välineiden avulla ovat keskeisessä osassa (Planas ym., 2023; Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Joutsenlahden ja Tossavaisen (2018) mukaan kielentämistä harjoitellessa oppilasta tuetaan erilaisin pedagogisin ja osallistavin keinoin siirtymään ajattelun ja kielen välillä. He määrittelevät tavoitteeksi matemaattisen ajattelun kehittymisen ja jäsentymisen puheen avulla. Samalla uudet oivallukset rikastuttavat oppilaan ilmaisua ja vuorovaikutus kielen ja ajattelun välillä syventää ymmärrystä (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018).

Oppilaan aktiivinen osallistuminen keskusteluihin tukee matemaattista toimintaa (Planas ym., 2023). Planas ym. (2023) toteavat toiminnallisuuden ja aktiivisuuden näkyvän oppilaan osallistumisena puhumalla, tekemällä ja kirjoittamalla. Suullinen kielentäminen on usein keskustelua, jossa oppilaat selittävät ratkaisujaan, perustelevat valintojaan tai rakentavat ymmärrystään yhdistelemällä matemaattisia käsitteitä arkielämään (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Planas ym. (2024) ovat havainneet matemaattisen opetuskeskustelun, erityisesti nimeämisen ja selittämisen olevan keskeisessä osassa oppilaiden sanallisen työskentelyn ja ymmärtävän oppimisen tukemista. Sekä selittäminen että käsitteellinen nimeäminen ovat osa vuorovaikutusta oppilaiden kanssa (Planas ym., 2024). Sanoittamalla voidaan

edistää tiedon jäsentymistä ja konkretisoida kokemuksia, esimerkiksi oppilaiden omaa ajattelua ja oppimista (Dewey, 1983). Planas ym. (2024) havaitsivat selittämisen olevan yhteydessä oppilaiden osallistumiseen matematiikkaan. He pitävät selittämistä vuorovaikutteisena, opettajan suunnalta se tapahtuu opetuksena ja oppilaiden suunnalta selitysten ja sisällön vastaanottamisena.

Opettajilla on tärkeä tehtävä tulkita oppilaiden ymmärtämistä ja päättää sen perusteella, miten opetettava sisältö sanallistetaan (Tippe ym., 2025). Matematiikkaa oppiessa opettajan puhe toimii usein konkretisoivana tekijänä ja auttaa oppilaita ymmärtämään matemaattisia ilmiöitä sekä käsitteitä sanojen kautta (Planas ym., 2023). Planas ja kumppanit (2023) esittävät matematiikan sanoittamisen laajentavan näkökulmia ja auttavat jäsentämään matemaattista todellisuutta paremmin verrattuna esimerkiksi yksittäisiin oppimateriaaleihin. Monikielisissä opetusryhmissä opettajan tulee yhdistää kieli, matematiikka ja oppilaiden taustat kokonaisuudeksi (Jiménez-Silva ym., 2025). Jiménez-Silva ja kollegat korostavat erilaisten tukirakenteiden, kuten keskustelurunkojen ja mallintavan puheen tukevan oppimista monikielisissä ryhmissä. Opetuksen toteuttaminen vaatii huomion kiinnittämistä oppilaiden erilaisiin taustoihin opetuksen kontekstoinnissa sekä oppilaiden osallisuuden ja kuulluksi tuleminen varmistamista (Jiménez-Silva ym., 2025).

Planasin ym. (2024) tutkimuksesta nousee esiin oppilaiden keskittymisen taidon tärkeys. He pitävät kuuntelemista edellytyksenä opettajan matemaattisen selittämisen ymmärtämiselle, jonka myötä kuuntelemisen taidon opettaminen on keskeistä. Oikean termistön omaksuminen on oppimisen kannalta tärkeää, jotta oppilas pystyy huomaamaan käsitteiden eri muodot ja erottamaan niitä toisistaan sekä yhdistelemään osakäsitteitä laajemmiksi kokonaisuuksiksi (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Joutsenlahden ja Tossavaisen (2018) mukaan tämä mahdollistaa selkeämmän ajattelun. He toteavat oppilaan omin sanoin tapahtuvan kielellisen kuvauksen ja pohdinnan matemaattisista ilmiöistä olevan kuitenkin tärkeää. He pitävät tärkeänä opettajan asemaa kummankin mahdollistamisessa. Tossavainen (2007) kuitenkin muistuttaa, ettei matematiikkaan kuulu sääntöjä, jotka määrittelisivät esimerkiksi kieliopin tavoin asioiden oikean ilmaisumuodon. Hänen mukaansa erilaisissa yhteyksissä asioita voi ilmaista toisistaan poikkeavilla tavoilla, vaikkakin merkintöjä ja ilmaisuja ohjaavat laajalti vakiintuneet käytännöt.

Joutsenlahti ja Tossavainen (2018) toteavat, että keskusteluissa niin oppilaan sekä opettajan kuin koko ryhmänkin välillä oppilas tarkentaa omaa ajatteluaan. Heidän mukaansa oppilaan valmistautuessa esittämään ratkaisunsa muille, hänen on jäsenneittävä oma ajattelunsa selkeäksi kokonaisuudeksi ja muotoiltava se ymmärrettäväksi lauseeksi. Kyseinen prosessi tukee käsitteiden syvällisempää ymmärtämistä ja kehittää matemaattista ajattelua (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Ääneen ajattelu ja toiminnan sanallistaminen ovat ensisijaisesti hyödyllisiä oppilaalle itselleen ja näin ollen puheen käyttö on suositeltavaa myös yksin opiskeltaessa (Edens & Potter, 2013; Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Myös Vygotsky (1978) korostaa sisäisen puheen ja itselle puhumisen merkitystä osana toiminnanohjausta tai organisointia, lisäksi se ohjaa lasta vähitellen kohti sisäistä ajattelua.

Kielellisen työskentelyn kannalta myös toisten oppilaiden kuunteleminen on Joutsenlahden ja Tossavaisen (2018) mukaan merkityksellistä. Muiden kielellisiä ratkaisuja kuunnellessa oppilas voi reflektoida omaa ratkaisuaan, onko se samanlainen toisen oppilaan kanssa, jos ei, niin oppilas voi löytää uusia lähestymistapoja ja laajentaa ajatteluaan (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Lisäksi Joutsenlahti ja Tossavainen (2018) toteavat kielentämisen avaavan keskusteluita ja johdattavan kohti täsmällisiä perustelutaitoja. He kannustavat opettajia käyttämään ryhmäkeskusteluita osana opetusta, sillä kielellinen työskentely on avainasemassa matemaattisten taitojen kehittymisen näkökulmasta (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Toisaalta Sfard ja Kieran (2001) ovat todenneet tutkimuksessaan, ettei keskustelemalla oppimisen etuja voida pitää itsestään selvinä. Heidän mukaansa vuorovaikutus vie huomiota ja vaatii jokaisen osapuolen sitoutumista edistääkseen oppimista. Mikäli keskustelun on tarkoitus olla tehokasta oppimisen kannalta, kommunikoinnin taitoa täytyy opettaa (Sfard & Kieran, 2001).

Opettajan tehtävänä on ohjata oppilaiden välistä viestintää niin, että se tukee olennaisten asioiden oppimista (Koskinen & Pitkäniemi, 2022; Sfard & Kieran, 2001). Koskinen ja Pitkäniemen mukaan pienryhmä- ja yhteistyötilanteet antavat mahdollisuuden suunnata oppilaiden puhetta ja keskusteluita kohti haluttua. Toisaalta keskustelut eivät välttämättä liity olennaiseen, mutta viestinnän laadun ohjaaminen sekä matemaattisen ajattelun sanallistaminen parantavat oppimistuloksia (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Planas ym. (2024) toteavat tutkimuksessaan opettajan liiallisen

puheen voivan vähentää oppilaiden mahdollisuuksia omalle ajattelulle ja keskusteluille. Opettajan käyttämä aika käsitteiden nimeämiseen ja ilmiöiden selittämiseen on syytä pitää oppilaita osallistavana ja ytimekkäänä, jotta se ei muutu oppilaita passivoivaksi (Planas ym., 2024; Planas ym., 2023). Planas ja kumppanit (2023) muistuttavat, ettei opetus tai opettajan puhe estä oppilaan aktiivista osallistumista, vaan hyvin suunniteltuna mahdollistaa sen.

Koskinen ja Pitkäniemi (2022) toteavat sanallistamisen näyttäytyvän merkittävänä osatekijänä matematiikan oppimisessa. Opettajien tulisi kiinnittää huomiota suullisten selitysten kielelliseen selkeyteen ja mukauttaa puheensa oppilaiden tasolle sopivaksi (Tippe ym., 2025). Tätä taitoa voidaan kehittää opettajankoulutuksessa esimerkiksi reflektoinnin, vertaispalautteen, roolileikkien ja videoanalyysien avulla, näin opettajat oppivat selittämään käsitteitä ymmärrettävämmin ja tukemaan erilaisten oppijoiden oppimista (Tippe ym., 2025). Toisaalta opettajat saattavat huomaamattaan noudattaa vuorovaikutusmalleja, jotka ovat haitallisia (Sfrad & Kieran, 2001). Heidän mukaansa opettajan on erityisen tärkeä kuunnella oppilaan puhetta ja mieltymyksiä.

Sanoittamista arvioimalla opettaja saa myös usein helposti selville, onko oppilas ymmärtänyt oikein keskeiset käsitteet tai menetelmät (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018). Joutsenlahti ja Tossavainen kannustavat opettajia palkitsemaan oppilaita myös luonnollisen kielen käytöstä, vaikka laskutoimituksen muodostaminen olisi vielä liian haastavaa.

2.5 Opettajan pedagoginen toimijuus

Opetuksen suunnittelussa on huomioitava kaikki ne tekijät, jotka vaikuttavat opetustilanteeseen ja oppimiseen, vaikka ne eivät olisi suoraan osa kyseistä tilannetta (Carbonneau ym., 2013). Carbonneau ja kumppanit (2013) suosittelivat huomion kiinnittämistä esimerkiksi ohjauksen tasoon, käytettävien välineiden havainnollistavaan arvoon sekä oppilaan kehitysvaiheeseen. Puutteellinen työskentelyn ohjaus voi jättää oppilaiden työskentelyn pinnalliseksi tai saada huomion kiinnittymään epäolennaisiin asioihin (Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Koskisen ja Pitkäniemien (2020) mukaan ratkaisevaa on opettajan kyky valita sopivat menetelmät, osata käyttää niitä pedagogisesti tarkoituksenmukaisella tavalla sekä ohjata oppilaiden toimintaa niin, että se tukee tavoitteellista ja syvällistä oppimista. Heidän mukaansa opettajan tehtävänä on toimia oppimisen suunnannäyttäjänä, joka

auttaa oppilaita tekemään havaintoja, oivaltamaan keskeisiä käsitteitä ja soveltamaan oppimaansa uusiin tilanteisiin. Koskinen ja Pitkäniemi (2022) toteavat, etteivät pelkät erilaiset lähestymistavat ja välineet riitä yksinään tukemaan matematiikan mielekästä oppimista. Hannula ja Oksanen (2013) ovat havainneet oppilaiden osallistumisen opetuksen tavoitteiden määrittelyyn ja arviointiin liittyvän heikompaan suoriutumiseen matematiikassa, poikkeuksena ne oppilaat, jotka hallitsevat sisällöt valmiiksi hyvin. Tämä viittaa siihen, etteivät peruskouluikäiset oppilaat ole vielä täysin valmiita itseohjautuvaan oppimiseen, jossa keskeistä on omien tavoitteiden asettaminen ja niiden arviointi (Hannula & Oksanen, 2013).

Kiinnittämällä huomiota olennaiseen, opetuksesta voidaan saada tehokasta ja käytettävistä havainnollistavista välineistä mahdollisimman suuri hyöty (Carbonneau ym., 2013). Koskinen ja Pitkäniemi (2020) ovat havainneet, että uutta asiaa on tarkoituksenmukaista tarkastella aluksi oppilaille tutun ja merkityksellisen arjen kautta. Näin ollen opetus olisi hyvä rakentaa vaiheittain, ensin tuodaan esiin matemaattisen sisällön yhteys todelliseen elämään, sen jälkeen siirrytään selkeyttäviin yksinkertaisiin välineisiin, jotta matemaattinen idea hahmottuisi ja lopuksi edetään kohti matemaattisen ajattelun ja kielen ilmaisua (Koskinen ja Pitkäniemi, 2020). Oppilaiden toisilleen antamat neuvot ja ohjaus hyödyttävät Hannulan ja Oksanen (2013) mukaan erityisesti taitavia oppilaita, joiden oppimistulokset parantavat selvästi enemmän kuin heikompien oppilaiden. Heikompien oppilaiden oppimista voitaisiin kuitenkin tukea esimerkiksi siten, että he saisivat neuvoa itseään nuorempia oppilaita (Hannula & Oksanen, 2013). Metsämuuronen (2013) pitää tutkimuksensa perusteella työtapoja, joissa oppilaan neuvovat toisiaan paremman menestyksen mahdollistajana. Hannula ja Oksanen (2013) toteavat ratkaisujen selittämisen ja perustelun vahvistavan erityisesti heikommin menestyneiden oppilaiden asenteita. He toteavat myös avointen tehtävien, joihin on useita erilaisia ratkaisumahdollisuuksia, tarjoavan tilanteita, joissa myös heikommat oppilaat voivat selittää ratkaisujaan muille. Tämän vuoksi Hannula ja Oksanen (2013) pitävät tärkeänä riittävän ajan varaamista sille, että oppilaat neuvovat ja selittävät ratkaisuja toisilleen. Myös Metsämuuronen (2013) esittää tehokkaiksi ja oppilaslähtöisiksi työtavoiksi ratkaisujen pohtimisen yhdessä. Hän korostaa oppilaiden omaa selittämistä sekä yhteistä pohdintaa ratkaisujen järkevyydestä.

Hannulan ja Koskisen (2013) mukaan opettajan muodollinen pätevyys on merkityksellisin tekijä oppimistuloksia ajatellen. Puolestaan aikaisempi kokemus tai koulutustausta eivät ole heidän mukaansa erityisen merkityksellisiä. Liikkeeseen perustuvan oppimisen toteuttaminen oppimisen kannalta tehokkaasti edellyttää mahdollisuuksia saada konkreettista kokemusta opettajankoulutuksesta, mukaan lukien sekä perus- että täydennyskoulutukset (Son, 2025). Lisäksi tarvitaan koulukohtaisia toimintamalleja ja poliittisia päätöksiä, jotta liikkeeseen perustuvan opetuksen toteutettavuus voidaan varmistaa (Son, 2025). Hannula ja Koskinen (2013) toteavat opettajan luottamuksen omiin ryhmänhallintataitoihinsa tukevan oppilaiden parempaa matematiikan oppimista. Metsämuuronen (2013) toteaa osana tutkimustaan suurimman osan oppilaiden osaamisesta selittyvän tuntiaktiiviteetteihin liittymättömillä tekijöillä. Kuitenkin oppilaiden taitotasoon perustuvalla opetuksella, joka korostaa konkretiaa sekä toisten auttamista ja on opettajan toimesta jäsenneltyä, voidaan aikaansaada positiivisesti merkittäviä muutoksia osaamiseen (Metsämuuronen, 2013).

Koskinen ja Pitkäniemi (2020) pitävät tärkeänä ryhmän yhteishenkeä ja hyvää yhteistä ilmapiiriä, sillä oppimisympäristön tunnelma heijastuu oppilaiden viihtyvyyteen, vapautuneisuuteen sekä opetukseen osallistumiseen, jotka puolestaan vaikuttavat oppimistuloksiin. Luokan ilmapiirin ja yhteishengen kannalta opettajalla on merkityksellinen asema, sillä opettajan lämminhenkisyys ja kannustava asenne vahvistavat oppilaiden välisiä suhteita (Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Koskinen ja Pitkäniemi (2020) toteavat oppilaiden keskinäisten suhteiden parantuessa myös myönteisen suhtautumisen opettajaa kohtaan lisääntyvän, jonka myötä ilmapiiri muuttuu otollisemmaksi. Myös oppilaiden keskinäinen yhteistyö edistää oppimista ja vahvistaa myönteistä asennetta, mikä tukee käsitystä sosiokonstruktivistisen opetuksen hyödyistä (Hannula & Oksanen, 2013). Ylipäätään yhteistoiminnallisuus koulun sisällä, esimerkiksi opetuksen suunnittelussa ja yhtenäisessä arvioinnissa edistää oppilaiden myönteistä kehitystä oppimistuloksien osalta (Metsämuuronen, 2013).

2.6 Oppilaan motivaatio matematiikkaa kohtaan

Matematiikan oppimisessa motivaatiolla on poikkeuksellisen suuri vaikutus (Aunola & Nurmi, 2018). Matematiikan oppiminen edellyttää pitkäjänteisyyttä ja sitoutumista,

jotka puolestaan vaativat motivaatiota työskentelyä kohtaan (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Monipuolisilla oppimisen tavoilla voidaan edistää kiinnostuksen syntyä, mutta Koskinen ja Pitkäniemi (2022) pitävät myönteistä ilmapiiriä ja yhteisöllisyyttä tärkeimpinä tekijöinä. Hyväntahtoinen opettaja voi toiminnallaan edesauttaa oppilaiden suhtautumista matematiikkaan pitkällä aikavälillä (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Myös Aunolan ja Nurmen (2018) mukaan opettajalla on vaikutusta motivaation syntyyn. Oppimisen kannalta on tärkeää, että pystyvyyden tunne ja asetetut tavoitteet ovat tasapainossa, sillä pelkkä kannustaminen ei riitä tukemaan oppimista, vaan oppimisen tulee perustua onnistumisen mahdollistaviin tekijöihin (Tuohilampi & Hannula, 2013). Ylipäättään matematiikan oppimisen mielekkyyden ja syvällisen ymmärtämisen kannalta on keskeistä, että oppilas kykenee oivaltamaan toimintatapojen taustalla olevat perusteet (Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Työskentely onkin tärkeää mitoittaa oppilaan osaamistason mukaisesti niin, että se sisältää sopivasti haastetta ja tukee sekä motivaatiota että oppimisen etenemistä (Tuohilampi & Hannula, 2013).

Motivaatiolla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa oppimismotivaatiota, joka on Aunolan ja Nurmen (2018) mukaan suhtautumistapa oppimiseen ja oppimistilanteisiin. Aunola ja Nurmi (2018) toteavat kiinnostuksen tai ahdistuksen matematiikkaa kohtaan olevan osa oppimismotivaatiota. Myös asenteilla viitataan oppilaan suhtautumiseen matematiikkaa kohtaan (Nurbavliyev ym., 2022). Asenteita matematiikkaa kohtaan voidaan tarkastella esimerkiksi pystyvyyden kokemuksen tai pitämisen näkökulmista (Tuohilampi & Hannula, 2013), joista pitämisen kokemus on sidoksissa tässä tutkimuksessa käytettävään motivaation käsitteeseen. Matematiikan opetuksen yksi tehtävistä on ylläpitää ja herättää kiinnostus oppimista kohtaan (Aunola & Nurmi, 2018).

Koskinen ja Pitkäniemi (2022) pitävät erityisen tärkeänä oppilaan sisäisen motivaation löytämistä ja sen suuntaamista oppimistavoitteisiin. Tämän saavuttaakseen oppilas tarvitsee ohjaavaa palautetta ja jatkuvaa arviointia (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Lisäksi he suosittelivat oppilaan osallistamista niin suunnittelu- kuin arviointityöhön. Motivaatio matematiikkaa kohtaan on erityisen tärkeää, sillä se on yhdistetty taitojen oppimiseen (Aunola & Nurmi, 2018). Myös Edens ja Potter (2013) toteavat opettajien arvioiman sinnikkyuden, motivaation ja kiinnostuksen matematiikkaa kohtaan olevan yhteydessä matemaattisiin taitoihin. Opetus kannattaa

toteuttaa ensisijaisesti tiedollinen osa-alue edellä, mutta motivaatioon, tunteisiin ja pystyvyyteen täytyy kiinnittää huomiota, sillä myönteiset asenteet edesauttavat oppimista (Tuohilampi & Hannula, 2013). Otollisia tapoja oppilaan osaamisen edistämiseksi ovat konkretisointi, soveltaminen ja motivointi sekä monipuolisuudesta ja johdonmukaisuudesta huolehtiminen (Tuohilampi & Hannula, 2013).

Kazmagambet ja kollegat (2020) toteavat aktiiviseen oppimiseen perustuvaan opetukseen osallistuvien oppilaiden näkemyksen matematiikkaa kohtaan olevan myönteisempi verrattuna perinteistä opetusta saaneisiin oppilaisiin. Heidän tutkimustulostensa perusteella aktiivinen oppiminen on tehokas menetelmä ja se vaikuttaa positiivisesti oppilaiden motivaatioon. Kazmagambet ja kollegat (2020) suosittelevat hyödyntämään aktiivista oppimista osana matematiikan opetusta, jotta oppilaiden suhtautuminen matematiikkaa kohtaan paranisi. Toisaalta Nurbavliyev ja kumppanit (2022) eivät havainneet tutkimuksessaan eroavaisuuksia motivaation osalta, riippumatta siitä oliko oppiminen aktiivista vai perinteistä. Tulos eroaa kuitenkin useista aikaisemmista tutkimuksista, joissa aktiivisen oppimisen on havaittu parantavan sekä asenteita että motivaatioita (Kazmagambet ym., 2020; Cicuto, 2016; Killian & Bastas, 2015). Son (2025) toteaa tutkimuksessaan liikkeeseen perusutvien oppimistehtävien lisäävän motivaatioita osallistumiseen.

Erilaisilla havainnollistamisen välineillä, erityisesti oppimispeleillä ja tietokoneohjelmilla voidaan vaikuttaa oppilaan motivaatioon ja viihtyvyyteen, mutta ne eivät aina suoraan paranna oppimistuloksia (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Myös Brender ja kumppanit (2021) toteavat tutkimuksessaan robotiikan sitouttavan oppilaita matematiikkaan, riippumatta siitä pitikö oppilas matematiikasta vai ei. Robotiikkaa pidettiin paitsi kiinnostavana myös hyödyllisenä (Brender ym., 2021). Koskinen ja Pitkäniemi (2022) pitävät tärkeänä matematiikan oppimisen merkityksellisyyden ilmentämistä. Tämä voidaan heidän mukaansa toteuttaa sitomalla opetettavat asiat oppilaan henkilökohtaiseen elämään, mielenkiinnonkohteisiin ja arvoihin. Näin voidaan yksinkertaisesti lisätä motivaatiota ja oppimista (Koskinen & Pitkäniemi, 2022). Tjandra (2023) pitää havainnollistavia välineitä aktiivisen oppimisprosessin mahdollistajana, mikä puolestaan lisää oppilaiden motivaatioita ja sitoutumista. Toisaalta Ukdem ja Çetin (2022) eivät havainneet eroavaisuuksia oppilaiden motivaatiossa riippumatta siitä, oliko käytössä fyysisiä tai teknologisia havainnollistavia välineitä vai ei välineitä ollenkaan.

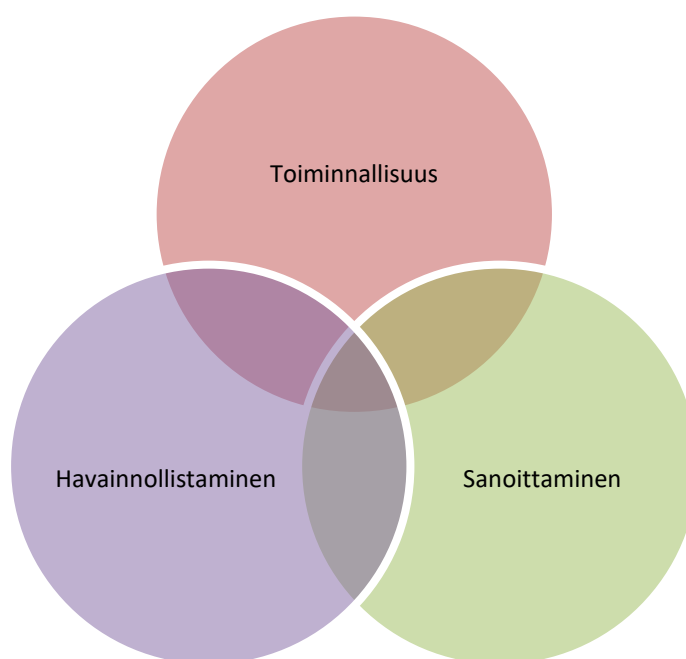
Koskinen ja Pitkäniemi (2020) esittelevät tutkimuksessansa opetuksen lähestymistapoja. He toteavat kontekstuaalisen tavan olevan keskeinen oppilaiden motivaation kannalta, sillä sen myötä oppilas voi nähdä arkielämästään matematiikan hyödyntämisen kohteita. Kontekstuaaliset lähestymistavat yhdistävät reaali maailman matematiikkaan sekä tukevat oppilaan ymmärtämistä, tulkintaa, motivaation kehitystä sekä tunnekokemuksia (Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Dewey (1938) korostaa, että opetuksen tulee herättää uteliaisuutta ja synnyttää tavoitteita sekä kiinnostusta, jotka kannattelevat oppilasta myös haastavissa tilanteissa, kun oppiminen on vaikeaa tai epä mukavaa. Näin ollen esimerkiksi matematiikan opetuksessa käytetyt toiminnalliset tai havainnollistavat menetelmät sekä selkeä sanoittaminen voivat auttaa oppilasta jäsentämään ajatteluaan ja rakentamaan merkityksellisiä yhteyksiä konkreettisiin arkielämän asioihin, jotka puolestaan tukevat motivaatiota ja pitkäkestoista oppimista (Dewey, 1938). Koskinen ja Pitkäniemen (2020) tutkimus nostaa esiin myös sosiaalisuuden ja kommunikaation vaikutukset motivaation kasvuun ja tunteisiin. Heidän mukaansa oikein käytetyt sosiaaliset lähestymistavat vaikuttavat positiivisesti paitsi oppilaiden ymmärtämiseen, erityisesti motivaatioon ja asenteisiin.

Oppilaiden motivointi ja myönteisten asenteiden edistäminen voivat olla haastavia tehtäviä (Aunola & Nurmi, 2018). Matematiikka vaatii runsasta harjoittelua sekä useita toistoja ja samaan aikaan tuo esiin oppilaiden välisiä kasvavia eroja taidoissa (Aunola & Nurmi, 2018). Matematiikkaan liittyvät asenteet ovat usein positiivisia alkuopetusvuosina, jolloin oppilaat kokevat sekä pystyvyyden että pitämisen korkeaksi (Tuohilampi & Hannula, 2013). Vähitellen peruskoulun etenemisen myötä asenteet muuttuivat negatiivisemmiksi, sekä pystyvyyden kokemus että pitäminen laskivat (Tuohilampi & Hannula, 2013). Pitäminen heikentyy voimakkaasti alakoulun aikana, mutta pystyvyys ja matematiikan kokeminen hyödylliseksi laskevat sekä ahdistus lisääntyy yläkoulu vuosina (Tuohilampi & Hannula, 2013). Tuohilampi ja Hannula (2013) selittävät osan laskusta oppilaiden kyvyllä arvioida taitojaan todenmukaisemmin. He toteavat motivaation laskun olevan rajua ja ristiriitaista opetussuunnitelman tavoitteisiin nähden. Tuohilampi ja Hannula (2013) pitävät mahdollisena kielteisten asenteiden vaikutusta niin tuleviin opiskeluvalintoihin ja opintoihin kuin elämässä menestymiseenkin. He toteavat kuitenkin kokonaisosaamisen selittävän asenteita, eikä juurikaan päinvastoin. Tuohilampi ja

Hannula (2013) pitävät analyysinsä tulosta positiivisena, puutteellisia taitoja oppimalla epäonnistumisen kokemukset vähenevät, valmiudet kasvavat ja asenteet voivat korjaantua.

3 Tutkimuksen viitekehys

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan matematiikan opetusta keskittyen toiminnallisuuteen, havainnollistamiseen ja sanoittamiseen. Nämä kolme toisiinsa kytkeytyvää osa-aluetta muodostavat tutkimuksen viitekehysten. Ne on valittu tutkimuksen kohteiksi rinnakkain, sillä ne eivät ole täysin erotettavissa toisistaan. Lähtökohtana on ajatus siitä, että matematiikan opetus rakentuu usein samanaikaisesti useiden pedagogisten keinojen varaan, eikä yksittäistä lähestymistapaa voida aina erottaa selkeästi muista. Käsiteltäessä yhtä tämän tutkimuksen osa-alueista, limittyvät toiset kaksi mukaan vähintään osittain. Tämän vuoksi ilmiötä on valittu havainnollistamaan venn-diagrammi (kts. kuvio 1), jossa tutkimuksen kolme osa-aluetta esitetään osittain päällekkäisinä, mikä havainnollistaa niiden keskinäistä yhteyttä toisiinsa matematiikan opetuksessa.



Kuvio 1. Toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen matematiikan opetuksessa.

Toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen limittyvät opetustilanteissa toisiinsa monin tavoin. Esimerkiksi havainnollistaminen voi sisältää samanaikaisesti opettajan sanoittamista sekä oppilaiden toiminnallista osallistumista. Vastaavasti toiminnalliset tehtävät voivat edellyttää sekä ilmiön visuaalista konkretisointia että sen sanoittamista. Näin ollen lähestymistapojen välille ei aina ole mahdollisuutta tehdä selkeitä rajoja, vaan ne muodostavat toisiaan täydentävän kokonaisuuden.

Tässä tutkimuksessa päällekkäisyys on tietoinen valinta. Opettajien pedagogiset ratkaisut eivät näydy yksittäisinä menetelminä, vaan tilannesidonnaisina yhdisteminä erilaisia lähestymistapojen yhdistelmiä. Tämän vuoksi tutkimuksessa tarkastellaan toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista rinnakkain.

Aihetta lähestytään seuraavan tutkimuskysymyksen kautta:

Miten perusopetuksen opettajat kuvailevat käsityksiään, kokemuksiaan ja toimintatapojaan toiminnallisuudesta, havainnollistamisesta ja sanoittamisesta matematiikan opetuksessa?

4 Tutkimuksen toteutus

4.1 Laadullinen tutkimusote

Tutkimusmenetelmää valittaessa on keskeistä palata asetettuun tutkimusongelmaan (Eskola ym., 2018). Tutkimusmenetelmät ovat Juutin & Puusan (2020) mukaan niitä systemaattisia toimintatapoja, joiden avulla tutkittavaa ilmiötä tarkastellaan ja tutkimusongelmaan pyritään tuomaan perusteltuja vastauksia. Eskolan ja kollegoiden (2018) mukaan tutkimusongelma on lähtökohta metodin valinnalle, jolloin on pohdittava tutkimukselle parhaiten soveltuvaa tutkimusasetelmaa, aineiston hankinnan menetelmää sekä aineistolle asetettuja tavoitteita. Laadullinen tutkimus mahdollistaa vastaajien vapauden omien käsitystensä mukaisesti tulkintoihin, eikä rajoitu ennalta määrättyihin kysymyksiin tai käsitteisiin (Günther ym., 2021, Eskola, 2010; Juuti & Puusa, 2020).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ymmärtää ja saada tietoa tutkimuksen kohteena olevien henkilöiden käsityksistä ja kokemuksista heidän omasta näkökulmastaan, mikä tukee perustellusti laadullisen tutkimusotteen valintaa (Juuti & Puusa, 2020). Laadullista tutkimusta ohjaavat useat kysymykset, jotka määrittävät millaista tietoa tutkimuksen avulla pyritään saavuttamaan (Hyvärinen, 2017; Puusa & Juuti, 2020b;). Tutkimuskysymyksen avulla muotoillaan tutkimuksen tarkoitus, haastattelukysymysten avulla hankitaan aineisto ja aineistolle esitettävien kysymysten avulla palataan jälleen vastaamaan tutkimuskysymyksiin (Hyvärinen, 2017). Jokainen kolmesta kysymystyypistä on tärkeä, sillä haastatteluissa saadut vastaukset ovat peräisin arkisesta ymmärryksestä ja kokemuksista, eivätkä näin suoraan ole tutkimustietoa (Hyvärinen, 2017; Juuti & Puusa, 2020). Varsinaisiin tutkimustuloksiin vaaditaan tutkijalta aineiston analysointia (Hyvärinen, 2017).

Laadullisen tutkimuksen vaiheet ovat päällekkäisiä ja joustavia (Juuti & Puusa, 2020). Tämä tarkoittaa, että tutkimuksen edetessä on mahdollisuus palata aiempiin valintoihin ja tarvittaessa muuttaa niitä. Tutkimuksen aihe on pyrittävä rajaamaan selkeästi ja täsmällisesti, tässä tutkimuksessa rajaus kohdistuu matematiikan toiminnallisuuteen, havainnollistamiseen ja sanoittamiseen. Nämä didaktiset keinot kytkeytyvät toisiinsa sekä tähän tutkimukseen valittuun opettajan näkökulmaan.

Rajaus mahdollistaa syvällisen tarkastelun ja ehkäisee tutkimuksen laajentumista liian laajalle alueelle (Juuti & Puusa, 2020).

4.2 Aineiston keruu

Haastatteluiden käyttö aineiston keräämisen menetelmänä on vaativaa ja vaatii yksityiskohtiin perehtymistä ja valmistautumista (Puusa, 2020a). Myös Metsämuurosen (2006) mukaan haastatteluiden toteuttaminen vaatii tutkijalta suurta paneutumista, mutta vastaavasti tuottaa tietoa syvällisellä tasolla. Menetelmän valinnan perustelu on osa luotettavuuden vahvistamista ja perustellusti käytettynä haastattelu onkin monipuolinen ja antoisa aineistonkeruumenetelmä, joka tuottaa laadukasta ja rikasta aineistoa (Puusa, 2020a). Aineistonkeruun on pohjaututtava teoreettiseen tutkittuun tietoon tutkimusaiheesta (Puusa & Juuti, 2020a).

Subjektiiiviset mieltymykset ja sattumanvaraisuus ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat helposti aineistoon, mikäli lähtökohtiin ei ole paneuduttu huolellisesti (Puusa & Juuti, 2020a).

Eskola ym. (2018) toteavat tutkimusongelman määrittävän aineiston hankinnan perustan. Tämän tutkimuksen tarkastellessa opettajien käsityksiä, kokemuksia ja toimintatapoja toiminnallisuudesta, havainnollistamisesta ja sanoittamisesta osana matematiikan opetusta, on perusteltua käyttää haastattelua aineistonkeruumenetelmänä, sillä haastattelulla selvitetään yksittäisten ihmisten ajatuksia ja näkökulmia tutkittavasta aiheesta (Eskola ym., 2018). Haastatteluiden tarkoituksena on kerätä tietoa tutkittavien henkilöiden kokemuksista, käsityksistä sekä toimintatavoista (Hyvärinen ym., 2021; Hyvärinen, 2017; Puusa & Juuti, 2020b; Juuti & Puusa, 2020). Nämä kolme näkökulmaa tukevat tämän tutkimuksen tavoitteita tiedon keruussa. Hyvärisen (2017) mukaan haastatteluissa käsitelläänkin usein asioita, jotka ovat tapahtuneet aikaisemmin toisaalla.

Haastattelutapaa valittaessa on keskeistä pohtia, kuinka paljon haastattelukysymyksiä valmistellaan ja rajataan etukäteen (Hyvärinen ym., 2021). Tämän tutkimuksen kannalta oleellisena pidettiin valmiita kysymyksiä, mutta haastateltaville haluttiin antaa mahdollisuus vapaaseen vastaamisen muotoon (Puusa & Juuti, 2020a). Lisäksi vastausten monipuolisuuden edistämiseksi

lisäkysymysten mahdollisuuden esittämistä tarvittaessa pidettiin tärkeänä. Näiden perusteluiden myötä haastattelutavaksi valikoitui puolistrukturoitu haastattelu.

Haastattelurunko syntyi tutkimuskysymyksen pohjalta pohtien erilaisia rajauksia muotoiluista ja tyylejä (Hyvärinen ym., 2021). Haastattelurunkoa muotoillessa on keskeistä huomioida aineistoon liittyvät tavoitteet, millaista aineistoa halutaan saada ja mihin sitä käytetään (Hyvärinen, 2017). Haastattelut koostettiin viidestä osiosta. Tutkimuskysymyksessä mainitut kolme pääkategoriaa, eli toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen muodostivat rungon keskeisimmän sisällön. Näitä ennen haastattelurunkoon valikoitui taustatietoihin ja matematiikan opettamiseen liittyviä yleisempiä kysymyksiä ja haastattelun loppupuolella viidennessä osiossa keskityttiin oppilaisiin liittyviin näkökulmiin. Haastattelukysymykset muodostettiin valmiiksi ja kirjattiin selkeäksi rungoksi, jotta haastattelut etenisivät johdonmukaisesti (Hyvärinen, 2017).

Ennen varsinaisia haastatteluista haastattelurungon ja laitteiston toimivuutta testattiin esihaastattelun avulla (Eskola ym., 2018). Esihaastattelun tarkoituksena oli selvittää haastattelurungon toimivuus, kysymysten selkeys sekä tarkoituksen mukaisen tiedon saatavuus (Eskola ym., 2018). Lisäksi esihaastattelu mahdollisti tutkijalle haastattelutilanteeseen valmistautumisen ja sen avulla saatiin arvio haastattelun kokonaisuudesta. Esihaastattelun toteuttamisella pyrittiin parantamaan tutkimuksen laatua, mikä edistää osaltaan luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa esihaastatteluun on osallistunut maisterivaiheen luokanopettajaopiskelija, joka on opettanut matematiikkaa peruskoulussa. Hänen tietämyksensä aiheesta on arvioitu esihaastatteluun riittäväksi ja soveltuvaksi.

Tässä tutkimuksessa haastateltaviksi on valittu suomalaisen perusopetuksen kontekstista yhdeksän vapaaehtoista luokan- ja matematiikan aineenopettajaa, joilta on kysytty puolistrukturoidun haastattelun avulla tutkimuksen aihepiiriin liittyviä asioita (Eskola ym. 2018). Haastateltavat on valittu tutkimukseen perustuen heidän omaan kokemuksiinsa ja aikaisempaan suhteeseen aiheesta, jolloin voidaan olettaa saatavan tarkoituksenmukaista tietoa aiheesta (Armstrong, 2004; Tuomi & Sarajärvi, 2018; Eskola ym., 2018). Pyrkimyksenä oli saada tietoa haastattelukysymysten avulla, jolloin tehokas ja yksinkertainen tapa on kysyä niitä aiheen tuntevilta henkilöiltä suoraan (Puusa & Juuti, 2020a; Eskola ym., 2018).

Haastateltavat on kutsuttu osallistumaan tutkimukseen varsin erilaisin tavoin. Osa haastateltavista on tavoitettu Facebookin ”Alakoulun aarreaitta – Ideoita ja oivalluksia opetuksen tueksi” -ryhmästä, johon haastattelukutsu on jaettu joulukuussa 2025.

Tämän lisäksi tutkijan omia kontakteja on hyödynnetty haastateltavien etsinnässä.

Loput haastateltavista on löydetty lumipallo-otantaa hyödyntäen.

Lumipallomenetelmällä tarkoitetaan aiempien osallistujien tai muiden henkilöiden hyödyntämistä rekrytoinneissa, jolloin heiltä kysytään suosituksia mahdollisista osallistujista (Eskola ym., 2018). Keskeisenä tekijänä haastateltavia etsiessä on pidetty kokemusta toiminnallisten ja havainnollistavien menetelmien sekä matematiikkapuheen käytöstä osana opetusta. Eskola ym. (2018) kuvaavat kokemuksen tai aiheeseen liittyvän erityisosaamisen tyypillisiksi valintakriteereiksi.

Haastateltaviin on oltu yhteydessä joko sähköpostitse tai puhelimitse. Samassa yhteydessä osallistujille on lähetetty tietosuojailmoitus ja kerrottu tutkimuksen keskeisimmät käsiteltävät osa-alueet, eli toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen. Pääkategoriat on esitetty etukäteen, jotta tutkimuksen aiheesta saataisiin mahdollisimman täsmällistä ja kuvailevaa tietoa (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Tutkimukseen osallistui yhteensä yhdeksän perusopetuksen opettajaa, joilla oli luokanopettajan tai matematiikan aineenopettajan pätevyys sekä kokemusta koulutustaan vastaavasta työtehtävästä. Luokanopettajan ja matematiikan aineenopettajan pätevyyden varmistamisen lisäksi opettajilta kysyttiin myös muista pätevyysistä. Aineiston analyysin yhteydessä erityispedagoginen osaaminen havaittiin keskeiseksi tutkimuksen kannalta, joten se on lisätty osaksi tutkimukseen osallistuneiden kuvailuja. Koottu tiedot haastateltavista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tutkimukseen osallistuneet

Haastateltava	Haastattelun kesto	Koulutus
H1	71min	Luokanopettaja (erityispedagogiikan perusopinnot)
H2	54min	Luokanopettaja
H3	52min	Luokanopettaja
H4	53min	Luokanopettaja (matematiikan & erityispedagogiikan perusopinnot)
H5	67min	Luokanopettaja & Erityisopettaja
H6	52min	Matematiikan aineenopettaja
H7	67min	Luokanopettaja (erityispedagogiikan perusopinnot)
H8	50min	Matematiikan aineenopettaja
H9	44min	Luokanopettaja & Erityisopettaja

Tämän tutkimuksen haastattelut toteutettiin tammikuussa 2026 yksilöhaastatteluin tutkittavien kanssa erikseen sovittuina ajankohtina. Haastattelukutsussa tuotiin ilmi mahdollisuus toteuttaa haastattelut kasvokkain tai etäyhteyksin, perustuen haastateltavien toiveisiin. Yhdeksästä haastattelusta jokainen suoritettiin haastateltavien toiveiden mukaisesti etäyhteyksin. Haastattelualustana käytettiin Turun yliopiston tarjoamaa Zoom-palvelua, jonka tietoturvallisuudesta on huolehdittu yliopiston toimesta. Archibald ym. (2019) ovat tutkineet Zoom-palvelun käyttöä haastattelualustana todeten sen varsin toimivaksi. He pitivät alustaa helppokäyttöisenä ja turvallisena sekä ainutlaatuisena ominaisuuksiensa suhteen. Tallennusmahdollisuus ja reaaliaikaisen vuorovaikutuksen mahdollistaminen tukivat päätöstä Zoom-palvelun käyttöön. Myös toteutusajan ja -paikan valintaan liittyvä joustavuus on Zoom-haastatteluiden etu (Archibald ym., 2019). Etenkin maantieteellisesti kauempaa osallistuvien haastateltavien kohdalla Zoom-palvelu toi paljon etuja. Toisaalta Archibald ja kollegat (2019) nostivat esille myös palveluun liittyviä haasteita, kuten kuvan- ja äänenlaadun sekä yhteysongelmat. Kahdeksan toteutetuista haastatteluista sujui ilman tietoteknisiä haasteita. Yhden haastattelun kohdalla äänen kuuluvuudessa kohdattiin ongelmia, joiden myötä haastateltavan ääni ei kuulunut haastattelijalle. Ongelma ratkesi toisen laitteen avaamisen myötä ja haastattelu saatiin toteutettua sujuvasti. Videohaastatteluiden aikana mahdollisesti

esiintyneet häiriötekijät tai muut haastateltavan olinpaikkaan liittyvät tekijät eivät olleet tutkijan kontrolloitavissa.

Zoom-palvelun sisäisen tallennuksen lisäksi jokainen haastattelu tallennettiin puhelimen ääninauhurilla, jotta mahdollisilta teknisiltä ongelmilta vältyttäisiin. Tuomi ja Sarajärvi (2018) ohjaavat tutkijaa pohtimaan asianmukaisia tallennustapoja hyvissä ajoin ennen haastatteluita. Lisäksi on syytä pohtia ja valita tietoturvalliset palvelut haastatteluiden tallentamiseen jo ennalta (Ranta & Kuula-Luumi, 2017). Haastattelujen ääninauhat arkistoiitiin tietoturvalisesti (Ruusuvuori & Nikander, 2017; Ranta & Kuula-Luumi, 2017) Turun yliopiston SeaFile-palveluun, salasanalla varustettuun kansioon. Myöhemmin myös litteraatiit tallennettiin samaiseen palveluun.

Haastatteluja toteuttaessa vuorovaikutus oli keskeisessä osassa (Hyvärinen, 2017). Haastattelujen alussa osallistujat toivotettiin tervetulleeksi, jonka lisäksi varmistettiin yhteyksien toimivuus. Tämän jälkeen kerrattiin tutkimuksen tarkoitus ja tutkittavien oikeudet sekä käytiin läpi haastattelurungon etenemisjärjestys osa-alueittain. Haastattelut alkoivat taustatietojen selvittämällä (kts. taulukko 1) ja etenivät tämän jälkeen kohti pääkategorioiden käsittelyä. Kokonaisuudessaan haastattelujen kestot vaihtelivat 44 minuutista 72 minuuttiin.

Haastattelujen aikana pyrittiin luomaan mahdollisimman avoin ja keskustelevainen ilmapiiri (Eskola ym., 2018). Haastatteluissa edettiin kysymys kerrallaan kuitenkin keskustelunomaisesti, ja tarvittaessa esitettiin tarkentavia lisäkysymyksiä (Hyvärinen, 2017). Kysymysten asetelussa pyrittiin välttämään johdattelevia kysymyksiä, jotta tutkittavien todelliset kokemukset ja kuvaukset tulisivat esille ilman pyrkimystä haastattelijan miellyttämiseen (Eskola ym., 2018). Kuunteleminen ja sen osoittaminen osoittautuivat haastatteluiden eteenpäin vieviksi tekijöiksi, haastattelijan tehtävänä oli keskustelun ylläpitäminen ja palautteen antaminen (Hyvärinen, 2017; Eskola ym., 2018). Haastatteluissa annettavalla palautteella tarkoitetaan esimerkiksi nyökyttelyä tai muuta vastauksiin reagointia, joka tukee haastateltavan kokemusta myönteisestä suhtautumisesta ja kiinnostuksesta hänen kerrontaansa kohtaan (Hyvärinen, 2017).

4.3 Aineiston analyysi

Analyysin tavoitteena on tehdä aineistoon perustuvia johtopäätöksiä, joka edellyttää huolellisesti suunniteltua tutkimusasetelmaa sekä tarkoituksenmukaisia menetelmiä (Puusa, 2020b). On tärkeää ymmärtää, ettei aineistosta nouse esiin tuloksia, vaan ne ovat tutkijan valintojen seurauksena syntyneitä tulkintoja (Eskola, 2010). Laadullinen aineisto on tavallisesti runsas ja sisältää monia ulottuvuuksia, joka tekee analyysistä kiinnostavan, mutta mahdollisesti myös haasteellisen sekä työlään (Puusa, 2020b). Laadullisella sisällönanalyysillä viitataan varsin yleiseen analyysitapaan, joka keskittyy aineiston kuvailemiin aiheisiin (Vuori, 2021). Näistä kuvailuista syntyy lopulta varsinainen tulkinta (Puusa, 2020b). Tässä tutkimuksessa aineiston analyysi on tehty mukailien pääpiirteittäin Elon ja Kynkään (2008) laadullisen sisällönanalyysin etenemisen vaiheita.

Ensimmäinen osa analyysia oli valmisteluvaihe, joka sisälsi analyysiyksikön valinnan sekä aineistoon perehtymisen (Elo & Kyngäs, 2008; Elo ym., 2022; Puusa, 2020b). Valmisteluvaihe aloitettiin haastatteluaineiston äänitiedostojen kuuntelulla ja litteroinnilla tekstimuotoon, jonka myötä aineistoon tutustuminen käynnistyi ja itse haastattelutilanne sai tarkoituksenmukaista etäisyyttä (Günther ym., 2021; Ruusuvoori & Nikander, 2017; Eskola, 2010). Litteroinnilla tarkoitetaan äänimuotoisten tiedostojen muuttamista kirjoitetuksi tekstiksi (Günther ym., 2021). Litterointia helpottamaan on olemassa useita litterointiohjelmia (Ruusuvoori & Nikander, 2017), tässä tutkimuksessa litteroinnin apuna on käytetty Turun yliopiston tarjoamaa tietoturvallista transcribe -litterointiohjelmaa.

Litteroinnin tarkkuustasoja on erilaisia ja määrittävänä tekijänä litteroinnille toimii tutkimuskysymys sekä aineiston analyysitapa, jota aiotaan käyttää (Ruusuvoori & Nikander, 2017). Lähtökohtaisesti haastatteluaineistot kannattaa litteroida kokonaisuudessaan työläydestä huolimatta (Eskola, 2010). Tämän tutkimuksen kannalta keskeisintä on haastateltavien tuottaman puheen sisältö, sillä tutkimus keksitty opettajien kokemuksiin, käsityksiin ja toimintatapoihin, joita analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin keinoin (Ruusuvoori & Nikander, 2017). Haastateltavien puhe muutettiin tekstimuotoon kokonaisuudessaan. Tämän tutkimuksen kannalta puheen piirteiden, kuten äänenpainojen tai eleiden litterointi ei ollut tarpeen, joten ne jätettiin kirjaamatta (Ruusuvoori & Nikander, 2017). Jokaisessa haastattelun

litteroinnissa on pyritty noudattamaan samaa, johdonmukaista toteutusta (Ranta & Kuula-Luumi, 2017). Litteroidun aineiston kokonaispituus oli 135 tekstisivua ja noin 58 300 sanaa. Litteroinnin yhteydessä aineistoista poistettiin tunnistetiedot (Ruusuvuori & Nikander, 2017) ja haastateltavat nimettiin koodein H1-H9.

Haastateltavien nimeäminen numerotunnisteella lisää luotettavuutta ja selkeyttä sekä edistää osaltaan haastateltavien tunnistamattomuutta (Ranta & Kuula-Luumi, 2017).

Litteroinnin jälkeen tutkimusaineistoon perehdyttiin sitä huolellisesti lukemalla (Elo ym., 2022). Tekstiedostojen avulla haastattelujen kokonaisuus hahmottui selkeämmin ja analyysi sai luotettavan pohjan (Elo & Kyngäs, 2008; Tuomi & Sarajärvi, 2018). Ennen analyysin aloittamista aineisto jaoteltiin analyysiyksiköittäin siten, että erilliset ajatuskokonaisuudet pyrittiin erottelemaan ja sijoittamaan omille riveilleen (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Analyysi aloitettiin koodaamalla litteroiduista tutkimushaastatteluista ne kohdat, jotka vastasivat tutkimuskysymykseen (Elo & Kyngäs, 2008). Aineistoa lähestyttiin induktiivisesti eli aineistolähtöisesti pelkistäen ja luokitellen, pyrkimyksenä tiivistää aineiston ydin sisältö (Elo & Kyngäs, 2008). Toisaalta puhdas aineistolähtöisyys ei välttämättä kuvaa tutkimuksen toteutusta parhaiten, sillä analyysiä tehdessä teoriaan on tutustuttu huolellisesti. Teorian tuntemus näkyy väistämättä myös aineiston luokittelun lähtökohdissa, vaikka ne pyrittäisiin sulkemaan pois (Juhila, 2021). Juhila (2021) pitääkin aineistolähtöisyyttä parempana käsitteenä aineistovetoisuutta. Lisäksi tutkimuksen pääkategoriat on johdettu suoraan tutkimuskysymyksestä ja näin ollen myös teoriataustoituksesta. Kyseinen pääkategorioiden erottaminen toisistaan oli aineiston ensivaiheen luokittelua, jolla pyrittiin järjestämään aineisto varsinaista kategorisointia varten (Juhila, 2021).

Kolmen pääkategorian (toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen) mukaisesti kategorisoitu aineisto käytiin läpi useaan otteeseen ja analyysiyksiköiden sisältö jaoteltiin niin, että jokainen yksikkö sisälsi vain yhden asiasisällön (Elo ym., 2022). Tämän jaottelun jälkeen aineisto sisälsi noin 550 luokitteluyksikköä, jotka pelkistettiin ja ryhmiteltiin induktiivista analyysivaihetta mukaillen (Elo & Kyngäs, 2008). Günther ja kollegat (2021) sekä Juhila (2021) mainitsevat erilaisista teknisistä apuvälineistä, joita aineistoa analysoidessa voidaan käyttää. Tässä tutkimuksessa analyysia on tehty NVivo15 ohjelmaa apuna käyttäen. NVivo ohjelman käyttö vaikutti

aineiston analyysiin muun muassa luokitteluyksiköiden pelkistämisen kohdalla. Yksiköt kulkivat alkuperäisilmaisuiden muodossa läpi analyysiprosessin vaikkakin niiden rinnalla käytettiin myös pelkistettyjä muotoja. Pelkistetyt ilmaisut olivat välttämättömiä analyysiprosessille, sillä niiden avulla laajan aineiston informaatioarvo pystyttiin säilyttämään ja tiivistämään (Puusa, 2020b).

Luokitteluyksiköitä koodattiin ja niiden yhteyteen tehtiin muistiinpanoja, joiden avulla laajan aineiston hallinta helpottui (Elo ym., 2022). Koodauksen jälkeen siirryttiin aineiston luokitteluun ja ryhmittelyyn. Tässä vaiheessa aineisto oli jo jaoteltu kolmeen viitekehysten (kts. kuvio 1) mukaiseen pääkategoriaan, joiden sisällä varsinainen luokittelu tapahtui. Luokittelu alkoi analyysiyksiköiden keskinäisellä vertailulla, jossa pyrittiin löytämään samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Luokittelussa edettiin osaa alue kerrallaan aloittaen toiminnallisuudesta ja edeten havainnollistamisesta sanoittamiseen. Vaikka analyysi eteni pääosin edellä mainitun rakenteen mukaisesti, kuului siihen myös päällekkäisyyttä ja pääkategorioiden tarkastelua yhdessä. Samaa aihepiiriä koskevat ilmaukset luokiteltiin samaan kategoriaan niin, että useampi pelkistetty ilmaus tuki toisiaan (Elo & Kyngäs, 2008; Puusa, 2020b). Kategorioita ja niiden rakennetta käytiin läpi useampaan otteeseen, jolloin voitiin varmistua niiden tärkeydestä ja suhteesta toisiinsa (Puusa, 2020b). Kyseiset kategoriat nimettiin kuvaamaan tutkittavan ilmiön keskeisiä ominaisuuksia (Puusa, 2020b). Kategorioita yhdisteltiin toisiinsa ja nimettiin mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti, kunnes ne muodostivat yhtenäisen matriisin (Elo ym., 2022). Kategorisointia havainnollistamaan on tehty taulukko 2. (Elo & Kyngäs, 2008).

Taulukko 2. Esimerkki kategorisoinnista

Aineistosaati	Pelkistetty ilmaisu	Alakategoria	Yläkategoria	Pääkategoria
"Jos ei niillä ole tarkkoja ohjeita, niin sitten se menee leikkimiseksi. Ja se ideahan menee sitten ihan täysin ohi." (H8)	Toiminnallisuus edellyttää tarkkoja ohjeita	Ohjeiden anto	Haasteet	Toiminnallisuus
"Pitää aina miettiä tarkoituksenmukaisuus. Onko se kertaamista... Jos se on jonkun uuden asian oppiminen, niin se menee helposti siihen, että sitten sä teet sitä kivaa aktiviteettia, mutta et välttämättä opi." (H2)	Pelkkä tekeminen ei takaa oppimista	Tarkoituksenmukaisuus		
"Meillä on ... jakotunnit, ... niissä musta on ollut kiva, että on pystynyt ottaa jotain toiminnallista matikkaa ..., kun on pienempi ryhmä ja on enemmän aikaa sitten käydä niiden oppilaiden kanssa läpi jotain asiaa." (H7)	Pienessä ryhmässä enemmän aikaa ohjaukselle	Ryhmäkoko	Kohdentaminen	
"Näen, että se toiminnallisuus on erityisen tärkeää silloin ykkösellä, jotta saadaan se matikkainnostus heti käyntiin." (H1)	Toiminnallisuuden tärkeys alkuopetuksessa	Luokka-aste		

Kategorisoinnin jälkeen siirryttiin kunkin kategorian auki kirjoittamiseen.

Tutkimustulokset-luku on rakennettu noudattamaan aineiston luokitteluun pohjautuvaa kolmea pääkategoriaa, joista jokainen käsittelee niihin kuuluvat viisi yläkategoriaa (Elo & Kyngäs, 2008). Tutkimustulokset kuvailevat haastateltavien esittämiä ilmiöitä jäsennellysti ja niitä tukemaan on liitetty alkuperäisaineistossa esiintyviä lainauksia (Elo ym., 2022).

4.4 Eettisyys

Eettisyys on tutkimusprosessin tärkein ohjaava tekijä (Hyvärinen, 2017). Eettisyydellä viitataan vastuullisuuteen, läpinäkyvyyteen ja perusteluihin, joita tutkija kuljettaa läpi tutkimuksensa (Hyvärinen, 2017; Puusa & Juuti, 2020a). Suomessa Tutkimuseettisen neuvottelukunnan [TENK] eettiset periaatteet velvoittavat tutkijoita

kaikilla tieteenaloilla (TENK, 2019). Näiden periaatteiden mukaan tutkijan tulee kunnioittaa tutkittavien ihmisarvoa sekä itsemääräämisoikeutta ja huolehtia, ettei tutkimus aiheuta haittaa sen kohteille.

Tähän tutkimukseen osallistuminen on ollut tutkittaville täysin vapaaehtoista (TENK, 2019). Vapaaehtoisuus mahdollistaa sekä osallistumisen että kieltäytymisen osallistumisesta ilman minkäänlaisia seuraamuksia. Eettisyyden edistämiseksi haastateltavien rekrytoinnissa on pyritty luomaan asetelma, jonka myötä kieltäytyminen olisi yhtä helppoa kuin osallistuminen (Shenton, 2004). Haastateltavat ovat kutsun saatuaan lähestyneet tutkijaa itse tai esittäneet toiveen heille sopivasta yhteydenottokanavasta.

Osallistumisen keskeyttäminen on ollut mahdollista milloin tahansa (TENK, 2019; Shenton, 2004). Keskeyttäminen määritellään TENK:in (2019) mukaan sekä mahdollisuutena jättäytyä tutkimuksen ulkopuolelle että päättää olla vastaamatta yksittäisiin kysymyksiin tai aihealueisiin ilman perusteluita. Tutkittavilla on ollut myös oikeus kieltää antamiensa vastausten käyttö aineiston pseudonymisointiin saakka. Tämän jälkeen yksittäisten tutkittavien vastauksia ei ole voitu erottaa muusta aineistosta. Nämä oikeudet on tuotu ilmi tietosuojailmoituksessa sekä suullisesti haastatteluiden alussa (Kuula-Luumi, 2021b; Hyvärinen, 2017). Lisäksi tutkittavien kanssa on käyty läpi tutkimuksen sisältö, tietojenkäsittelyn periaatteet ja tutkimuksen toteutuksen keskeiset vaiheet heidän näkökulmastaan (Kuula-Luumi, 2021b). Edellä mainittujen lisäksi haastateltaville on kerrottu haastatteluaineiston tietoturvasäilytyksestä tallentamisesta äänitiedostona sekä videotiedostojen tuhoamisesta haastattelun päätteeksi. Tämän ohella haastateltavilla oli oikeus olla käynnistämättä kameraa tai sulkea se missä vaiheessa haastattelua tahansa.

Haastateltavilta selvitettiin taustatietoja mahdollisimman vähän ja vain tarkoituksenmukaisesti (Kuula-Luumi, 2021a). Tässä tutkimuksessa kysyttiin ainoastaan heidän koulutuksestaan, ammattiasemastaan sekä opetettavasta vuosiluokasta, sillä näitä tietoja pidettiin tutkimuksen kannalta merkityksellisinä. Aineisto on pseudonymisoitua, eli siitä on litteroinnin yhteydessä poistettu mahdollisesti ilmi tulleet tunnistetiedot, kuten ihmisten, paikkakuntien tai koulujen nimet (Kuula-Luumi, 2021a). Täydellinen tunnistamattomuus ei välttämättä ole mahdollista (TENK, 2019). Haastateltava voi mahdollisesti tunnistaa itsensä

tutkimuksesta tai hänet hyvin tunteva henkilö voi osata yhdistää tutkimuksen sisältöjä tuntemaansa henkilöön (TENK, 2019). Tunnistettavuudesta ei kuitenkaan voida olla täysin varmoja.

Haastatteluaineistoja on säilytetty tietoturvallisesti (Ranta & Kuula-Luumi, 2017)

Turun yliopiston SeaFile-alustalla salasanalla varustetussa kansiossa.

Tutkimusaineistoon ei näin ollen ole pääsyä ulkopuolisilla, sillä kyseinen kansio ja alusta on ollut vain tutkijan henkilökohtaisessa käytössä. Tutkimusaineisto tullaan hävittämään kokonaisuudessaan tutkimuksen valmistumisen ja arvioinnin jälkeen.

5 Tutkimuksen tulokset

5.1 Toiminnallisuus

Tähän tutkimukseen osallistuneet opettajat kuvailivat toiminnallisuuden käsitettä laajana kokonaisuutena, joka on osin päällekkäinen myös tutkimuksen muiden osa-alueiden, eli havainnollistamisen ja sanoittamisen kanssa. Käsite sai aikaan pohdintaa siitä, mikä matematiikassa on todella toiminnallisuutta. Lähtökohtaisesti toiminnallisuutta pidettiin tärkeänä ja keskeisenä osana matematiikkaa, ja sen ajateltiin tukevan oppimisista. Se voitiin nähdä haasteiden selittäjänä tai helppojen aiheiden hauskanpitona. Toiminnallisuuden pääajatuksiksi muodostui varsin yhtenevästi oppilaiden ohjaaminen kohti aktiivista toimijuutta ja omaa ajattelua.

5.1.1 Toimintatavat

Toiminnallisen matematiikan opettaminen vaati suunnittelua ja harkintaa tarkoituksenmukaisuudesta. Opettajat kuvailivat pohtivansa aiheita, tehtävätyyppejä ja tavoitteita suunnitellessaan oppitunneille toiminnallista sisältöä. Toisaalta aina toiminnan suunnitteluun ei käytetty erityisesti resursseja, vaan opettajat kuvailivat keksivänsä tehtäviä ”lennosta” (H7). Toiminnallisten menetelmien käyttöön vaikuttivat opettajien voimavarat ja halu ylläpitää kiinnostusta matematiikkaa kohtaan. Tehtävät, joiden suunnittelu ja toteuttaminen kävivät helposti, olivat suosiossa. Toiminnallisia tehtäviä kokeiltiin ja niitä muokattiin tarpeen tullen myöhemmin. Osa opettajista koki pystyvänsä myös nopeaan suunnitteluun, toiset kaipasivat enemmän aikaa ja tarkkuutta.

Mä oon aika nopea ... en kauheasti rasitu semmoisista asioista, jos mä vertaan vaikka työkavereihin. Mutta ... joku toimintapistetuntikin, että jos se on oikein hyvä ja monipuolinen, niin kyllähän mä sitä useamman tunnin teen. Sitä samaa yhtä ainutta tuntia. Mutta sitten mä saan mielestäni aika hyviä tunteja joskus vartitunnissakin tehtyä. Se vähän riippuu, minkälaisia ne toimintapistet on. (H3)

Erilaiset valmiiksi jäsennellyt toiminnalliset tehtävät tai valmiiksi luodut materiaalit koettiin hyödyllisiksi. Osana suunnittelua materiaalia etsittiin esimerkiksi oppikirjoista, opettajan oppaista ja nettisivustoilta. Suunnittelussa saatettiin hyödyntää myös muilta nähtyjä valmiita ideoita tai yhteissuunnittelua kollegoiden kanssa.

Välillä tulee inspiroitua asioista ympärillä. Jos pystyy pöllumään joltain muilta, niin sen kyllä ihan varmasti pöllin. Kaikkea hyvää ei tarvitse keksiä itse. Joskus voi lainata ja tehdä omanlaisensa siitä. (H6)

Toisaalta opettajat kertoivat tutkivansa koulujen varastoja ja kaappeja, joista saattoi löytyä tarvittavia välineitä. Valmiin materiaalin lisäksi opettajat käyttivät paljon omia ideoitaan. Omat ideat saattoivat syntyä jopa nopeammin, kuin valmiin tehtävän löytäminen. Itse luotu materiaali laitettiin talteen sen toimiessa ja otettiin uudelleen käyttöön myöhemmin.

Toiminnallisessa opettamisessa ydinseikkana pidettiin ymmärrystä siitä, että sitä voi toteuttaa matalalla kynnyksellä. Opettajat kuvailivat liittävänsä toiminnallista matematiikkaa erilaisiin rutiineihin, kuten aamupiiriin tai jonojärjestyksen luontiin. Toiminnallisuudella pyrittiin usein herättelemään oppilaita aiheeseen esimerkiksi leikkien tai välineiden avulla. Lyhytkestoisia tehtäviä oli helppo sisällyttää osaksi oppitunteja. Matalan kynnyksen toiminnallisuutena pidettiin myös tehtäviä, joita oppilaan pääsivät tekemään taululle.

Konkreettista tekemistä pidettiin toiminnallisuuden ytimenä. Erilaiset rakentelut, mittaamiset, etsinnät ja yhdistelytehtävät sopivat hyvin toiminnallisuuteen. Suosittuja tehtäviä olivat etenkin ne, joissa oppilaat etsivät toisistaan pareja esimerkiksi jaettujen korttien mukaisesti. Lisäksi opettajat kuvailivat käyttävänsä opetuksessa monipuolisesti erilaisia pelejä.

Jotain sudokuja ja matikkadiplomeita ja logiikkapelejä ja tämmöisiä. Sitten kaikki tämmöiset blokus, nikitin ... kaikki nämä. Nykyään on ihan hirveästi niitä logiikkapelejä, jotkut eläimet pitää asetella tietyllä tavalla johonkin pelilaudalle. Tai mulla on semmonen suklaapeli, missä on suklaakarkkeja ja niitä pitää sitten miettiä, että mikä kuuluu mihinkin... Ollaan nyt pelattu ihan pelikortteilla kasinoa, sitten on yatzya pelattu ja sitten sitä blokusta, missä on sitä rotaatioita ja hahmottamista ja tämmöisiä kaikkia. (H1)

Rastiradat, kiertopisteet, toimintapassit, pakohuonepelit ja kisailut olivat tyypillisiä toiminnallisuuden toteutustapoja, joista myös oppilaat innostuivat helposti.

Toiminnallisuus kuului usein myös laaja-alaisiin kokonaisuuksiin ja oppiainerajat ylittävään toimintaan. Esimerkiksi käsitöissä ja liikunnassa hyödynnettiin matematiikan sisältöjä toiminnallisesti. Eräs opettaja mainitsi pitävänsä myös matematiikkakerhoa, jonka sisällöt olivat toiminnallisia.

Toiminnallisuuden keskeisenä teemana korostettiin fyysistä aktiivisuutta. Aktiivisimmat tehtävät toteutettiin usein ulkona, liikuntasalissa tai aulatiloiissa, mutta myös luokkahuoneissa. Opettajat käyttivät monipuolisesti erilaisia tansseja, viestejä, kehon liikkeitä ja siirtymisiä.

... ne myös auttaa siihen ajatteluun ja semmoseen motoriikkaan ... Kymppipareja ja kaikkia sellaisia harjoiteltiin liikkeiden kanssa ja oli marssimista... kaikenlaista semmoista. ... ne saattaa siirtyä vaikka siellä luokassa vastauksen mukaan, tai jos joku on isompi tai pienempi, niin ne voisivat seisoo tai mennä kyykkyy. (H4)

Toiminnallisuus lisäsi opettajien mukaan vuorovaikutusta luokissa. Toiminnallisia tehtäviä tehtiin usein pareittain tai erikokoisissa ryhmissä. Opettajan tehtävänä pidettiin organisointia sekä toiminnanohjausta ja oppilaille annettiin enemmän vastuuta omasta oppimisestaan. Tarpeen mukaan opettaja ohjasi ja tuki apua tarvitsevia oppilaita vuorovaikutteisesti osallistaen.

5.1.2 Kohdentaminen

Toiminnallinen matematiikan opetus kokettiin soveltuvaksi perusopetukseen hyvin. Opettajien puheissa toistui ajatus siitä, että alkuopetuksessa nuorimpien oppilaiden keskuudessa toiminnallisuudesta on eniten hyötyä ja sen käyttö on tällöin mielekkäintä. Alkuopetuksessa toiminnallisuus tasoitti oppilaiden välisiä tasoeroja ja mahdollisti matematiikan harjoittelun samojen aiheiden ja tehtävien parissa. Pienten oppilaiden kohdalla toiminnallisuutta pidettiin tärkeänä myös sen takia, että innostus matematiikkaa kohtaan heräisi jo alussa ja kantaisi näin myös myöhemmille vuosiluokille. Opettajat puhuivat myös oppilaiden kehityskausien merkityksestä oppimiselle. Toiminnallisesti eli konkreettisesti tekemällä ajateltiin opittavan erityisesti perusopetuksen vuosiluokilla 1.–6., jolloin matematiikan toiminnallisuuden ajateltiin olevan erityisen tärkeää.

Opettajien kokemukset toiminnallisuuden toteuttamisesta ryhmäkokoan perustuen olivat keskenään erilaisia. Osa opettajista ajatteli toiminnallisuuden hyödyttävän koko ryhmää. Nämä opettajat keskittyivät tarjoamaan jokaiselle oppilaalle mahdollisuuden toiminnalliseen oppimiseen. Osa opettajista ajatteli sen soveltuvan paremmin pienille ryhmille ja niille oppilaille, jotka kokivat haasteita matematiikan parissa. Kyseiset opettajat hyödynsivät toiminnallisuutta lähinnä tukiopetuksissa tai erityisopettajan ollessa mukana oppitunnilla. Toisaalta osa ajatteli toiminnallisuuden vartuvan hyviä

pohjataitoja ja soveltuvan taitavimmille oppilaille. Jakotunnit eli pienemmät ryhmäkoot olivat suosittu ajankohta toteuttaa toiminnallisuutta kaikkien kokemusten kohdalla. Jakotunnit koettiin toimiviksi, sillä pienemmän ryhmän ansiosta mahdollisia välineitä riitti kaikille oppilaille ja opettajan ehti auttamaan ja ohjaamaan oppilaitaan enemmän.

Ja on se nyt mun mielestä toisaalta, että koko luokalle tarjoot sen saman mahikseen oppia, kun että sitten sä otat vaan parin tyypin kanssa tukiopetuksessa jollain välineillä niitä, tai erityisopettajan kanssa. Minusta se on jotenkin epätasa-arvosta. (H1)

Toiminnallisen opetuksen toteuttamiseen vaikuttivat ryhmänhallinta ja ryhmän sisäinen dynamiikka. Työrauhahaasteita omaavien ryhmien kanssa toiminnallisuutta käytettiin vähemmän ja harkitummin. Toiminnallista opetusta voitiin toteuttaa monella erilaisella tavalla. Joillekin oppilasryhmille aktiivisemmat toimintatavat ja esimerkiksi liikkeen yhdistäminen opetukseen soveltui hyvin. Tällaiset ryhmät pystyivät hyvin rauhoittumaan ja kuuntelemaan opettajan ohjeistusta. Keskeistä oli myös kyky toimia ohjeiden mukaan. Toisena näkökulmana opettajat toivat esiin ryhmät tai oppilaat, jotka lähinnä riehaantuivat fyysistä aktiivisuutta sisältävistä tehtävistä.

Toiminnallinen opetus vaati toisinaan paljon oppilaiden tukemista. Hitaat tai taitojaan varmistelevat oppilaat kaipasivat opettajan läsnäoloa. Näiden oppilaiden opetuksessa opettajat jäivät miettimään, saavutetaanko toiminnallisuudella tunnin tavoitetta ja taitojen kehittymistä. Toisaalta taitavat ja tavallisesti nopeat laskijat hyötyivät toiminnallisuuden vaihtelevuudesta ja erilaisista lähestymistavoista. Toiminnallisuus koettiin sopivan hyvin eriyttämiseen, etenkin ylöspäin eriyttävinä tehtävinä toiminnallisuutta käytettiin monen opettajan opetuksessa. Toiminnallinen työtapana valikoitui käyttöön usein niiden oppilaiden opetukseen, jotka kiinnittyivät ja innostuivat kyseisestä toiminnasta.

... jos mä sen tanssin vetäisin jokaisen luokan kanssa, niin se ei tulisi toimimaan. Pitää tietää, että nää on semmosia tyyppejä, että nämä ehkä pystyvät ottaa sen. Oppilaasta vähän riippuu luokasta, että kelle sopii ja kelle ei. Sitten mitä positiivisia siinä on, niin onhan se hemmetin hauskaa tanssia ... Sitten se tulee se huumori myös siihen. (H6)

Keskittymishaasteet ja puutteelliset toiminnanohjaustaidot olivat tekijöitä, joiden perusteella opettajat punnitsivat toiminnallisen opetuksen toteuttamista. Siirtymätilanteet ja aistiärsykkeet johtivat usein tehtävissä epäonnistumisiin tai

haasteisiin kiinnittyä tehtäviin. Rauhoittumiseen kuluva aika saattoi myös olla este toiminnallisuuden toteuttamiselle. Toisaalta esiin nostettiin myös näkökulma, jonka mukaan liike ja konkreettinen tekemien saattoivat rauhoittaa oppilaita, jolloin seuraavien hetkien keskittyminen sujui paremmin. Tästä syystä toiminnalliset työtavat eivät soveltuneet yhtä hyvin esimerkiksi neuropsykiatrisia piirteitä tai erilaisia diagnooseja omaavien oppilaiden opetukseen.

Varmaan se tukisi ihan kaikkia oppilaita, mutta sitten realismia on koulumaailmassa se, että sitähan sanotaan, että se auttaisi juuri keskittymishaasteisia oppilaita. Mutta usein, siis täysin nyt monen vuoden kokemuksella, niin juurikin oppilaat, joilla on keskittymishaasteita, on erilaisia diagnooseja, niin he eivät siihen pysty. Eivät pysty vaihtamaan toimintaansa yhtäkkiä toiminnalliseksi ja sitten takaisin palautumaan. Siinä on liikaa ärsykettä. Mä sanoisin, että se sopii oppilaille, jotka pystyvät itse säätelemään itseään, on hyvät toimenohjaustaidot, pienelle ryhmälle. (H9)

Toiminnallisesti opettaminen koettiin erilaiseksi oppilaille, joille toimintatapa oli tuttu verrattuna oppilaisiin, jotka eivät olleet aikaisemmin sitä käyttäneet. Toiminnalliseen työskentelyyn kuului vahvasti taitojen harjoittelu ja yhteisen toimintamallin löytäminen. Opettajien mukaan lisähyöty oli ratkaiseva tekijä, kun pohdittiin toiminnallisten menetelmien käyttöä. Osa opettajista kertoi käyttävänsä toiminnallisuutta nimenomaan perustaitojen harjoitteluun ja osa näki perustaitojen harjoittelun onnistuvan paremmin perinteisemmällä opetusjohtoisella opetuksella.

5.1.3 Vahvuudet

Toiminnallisen matematiikan vahvuudeksi nähtiin ennen kaikkea oppilaiden tasa-arvoinen asema. Toiminnallisten työtapojen ansiosta taitavimmat oppilaat eivät heti erottuneet joukosta ja jokainen oppilas pystyi osallistumaan aktiivisesti. Konkreettinen osallistuminen, tekeminen ja kokeilu ohjasivat oppilaan ajattelua enemmän verrattuna passiiviseen opettajan kuunteluun. Toiminnallinen matematiikka toi opetukseen paljon erilaisia leikkejä ja aktiivisia tuokioita, joiden avulla opettajat kuvailivat pohjustavansa, opettavansa ja kertaavansa. Toiminnallisuutta käytettiin oppilaiden herättelyyn ja kiinnostuksen ylläpitoon sekä oppisisältöön kiinnittymiseen. Liikkumista ja erilaisissa oppimisympäristöissä toimimista pidettiin oppilaille mielekkäinä.

Toiminnallisuus synnytti uusia kokeiluja, oivalluksia sekä lisäsi ymmärrystä opittavasta asiasta. Toiminnallisten tehtävien avulla opettajat kuvailivat seuraavansa

oppilaiden ymmärrystä, asioiden perustelemisen taitoa ja oppimisen ”todistamista” (H1). Asioiden ymmärtämisen ja abstraktille tasolle viemisen kuvattiin jopa vaativan toiminnallisia työtapoja. Suurena vahvuutena pidettiin toiminnallisen matematiikan konkreettisuutta ja itse tekemisen mahdollistamista, jotka vahvistivat ajattelun taitoja. Arkielämän esimerkit oli helppo yhdistää toiminnallisuuteen. Myös oppilaiden aktiivinen osallistuminen nähtiin oppimista edistävänä vahvuutena.

Ihan parasta vaikka just joku, että pääsisi oikeasti asioimaan kauppaan tai suunnittelemaan just jonkun, meillä on ollut jotain luokkaretki budjetteja ja tällöisiä oikeita kokous budjetteja ja vastaavia pitänyt laskea, niin sehän on semmoiseen tosi hyvä. (H2)

Jokainen opettaja piti toiminnallista matematiikkaa motivaatiota vahvistavana tekijänä ja useat heistä nostivat sen toiminnallisuuden suurimmaksi vahvuudeksi.

Toiminnallista matematiikkaa kuvailtiin käytettävän opetuksessa paljon, sillä sen myötä opiskelusta tehtiin mukavampaa, jolloin myös oppiminen edistyi. Erilaisten leikkien ja asioiden tutkimisen avulla pyrittiin paitsi kehittämään myös säilyttämään innostusta. Lisäksi tavoiteltiin oppilaiden tasavertaisuuden edistämistä matematiikan taitojen hallinnassa, joka osaltaan vaikutti ryhmän matematiikkaintoon.

Toiminnallisuus innosti usein myös niitä oppilaita, joiden energia saattoi suuntautua ei-toivottuun käyttäytymiseen. Osallisuuden kokemukset ja oppilaslähtöisyys sopivat toiminnalliseen matematiikan opetukseen ja lisäsivät oppilaiden motivaatiota, etenkin ylöspäin eriyttäessä.

Voi motivoida sellaisia oppilaita, jotka on jo vähän taitavampia tai jotka saa itse asiasta kiinni, ... että ei tarvitsisi olla niin opettajajohtoista aina ne tuokiot. Vaan voisi olla paljon oppilaslähtöisempää ja sitä kautta myös ylöspäin eriyttää, ... ja sitten se lisää myös heidän motivaatiota, koska he usein jää koulussa kuitenkin vähemmälle huomiolle, se ylöspäin eriyttäminen. (H5)

Toiminnallinen matematiikan opetus nähtiin myös keinona keskittymiskyvyn ja jaksamisen edistämiseen. Toiminnallisesti kannatti toteuttaa aiheita, joiden parissa työskenneltiin pitkään tai jotka vaativat paljon kertausta, jotta oppilaat jaksoivat tehdä pitkäjänteistä työtä. Opettajat näkivät oppilaiden hyötyvän mahdollisuudesta liikkua ja vaihtaa toimintaympäristöä osana opiskelua. Jaksaminen ja keskittymiskyky saivat osakseen vahvistusta, kun kirjan täyttämisen ja pulpetissa istumisen sijaan oppiminen tapahtui toiminnan ohella. Oivalluksia pidettiin toiminnallisen matematiikan keskeisenä antina.

5.1.4 Haasteet

Toiminnallisen matematiikan opetusta varjosti leima haastavuudesta. Opettajat kertoivat toiminnallisen opettamisen olevan haastavaa tai vastaavasti pohtivat ilmeisesti varsin yleistä asennetta toiminnallisen opetuksen kokemisesta haastavaksi. He kuvailivat käsitystä, jonka mukaan on helpompaa edetä oppikirjan mukaisesti sivu kerrallaan, koska toiminnallisuus vaatii paljon suunnittelua, materiaalien valmistusta, aiheesta lukemista ja ennakoitua. Toiminnallisen matematiikan opettamisen ajateltiin vaativan paljon taitoja.

Mulla on sellainen käsitys, että siinä on nyt vähän sellainen asetelma, että se tuntuu jotenkin toisten mielestä tosi vaikealta tai työläältä. Ja onhan se vähän työlästä, jos sitä alkaa kerralla vetää ihan täysillä. Mutta jos sitä alkaa pikkuhiljaa tekemään, niin mullakin on kymmenessä vuodessa kertynyt kaikkea materiaalia ja välinettä ja muuta. Että sitten se meneekin aika iisisti. (H1)

Toiminnallisen opetuksen suunnittelu koettiin pääosin raskaaksi ja haastavaksi. Erityisesti uran alkuvuosina suunnittelu vaati paljon aikaa tai konkreettisia vinkkejä kokeneemmilta kollegoilta. Alkuun suunnitelmien täytyi olla yksityiskohtaisempia ja toteutustapaa tarkemmin kuvailevia. Toiminnallisen työtavan sisäistäminen nähtiin pitkänä prosessia. Suunnitteluun kuluva aikaa saattoi lisätä entisestään ryhmänhallinnaltaan haastavat luokat, jolloin toiminnallisuutta käytettiin opetuksessa vähemmän. Toiminnallisuuden hyödyt menettivät merkitystään, jos suunnittelumäärä kasvoi liian suureksi. Suunnitteluun ja oppituntien konkreettisiin valmisteluihin sai toisinaan käyttää paljon aikaa.

Ajankäytön haasteet eivät loppuneet suunnitelman valmistumiseen. Välineiden löytäminen ja valinta veivät paljon aikaa oppituntien ulkopuolella. Ajan rajallisuus koettiin haasteeksi myös oppituntien aikana sekä viikkotasolla. Toiminnallisuuden tueksi kaivattiin usein opettajajohtoisempaa opetusta, jolloin toiminnalliset oppitunnit veivät aikaa muulta opetukselta. Yksittäisiä toiminnallisia tunteja ajatellen ohjeiden anto vaati paljon aikaa tunnista. Sen lisäksi, että ohjeiden anto vei haastateltavien opettajien mukaan paljon aikaa, täytyi ohjeiden laatuun ja selkeyteen kiinnittää erityistä huomiota osana toiminnallisia kokonaisuuksia.

Opetettavan asian ja toiminnan välinen suhde saattoi helposti vääristyä, jolloin opetettava asia jäi varjoon. Tarkoituksenmukaisuuden ajateltiin olevan keskeinen

tekijä pohdittaessa toiminnallisuuden käyttöä osana opetusta. Jälkikäteen tarkasteltuna opettajat kuvailivat tunnistavansa, ettei kaikkien tehtävien tarkoituksenmukaisuus välttämättä toteutunut, johtuen esimerkiksi käyttötarkoituksesta tai tehtävien rakenteesta. Toisinaan haasteeksi osoittautui ryhmätyöskentely, jossa oppilaiden yhteistyötaidot saattoivat vaikuttaa tehtävien onnistumiseen.

Pitää aina miettiä tarkoituksenmukaisuus, että onko se kertaamista, sitten se voi ehkä mennäkin tuollaisena kevyempänä. Jos se on jonkun uuden asian oppiminen, niin se menee just helposti siihen, että sitten sä teet sitä kivaa aktiviteettia, mutta sitten sä et välttämättä opi. (H2)

Olisi kiva sekoittaa sitä porukkaa, mutta sitten joskus huomaa, että jotkut oppilaat, jos ne on vaikka epävarmoja siinä matkassa, niin on hyvä, että ne saisi olla vaikka kaverin kanssa, että uskaltaa sitten osallistua paremmin. Niin näkyy vähän tämmöiset, että pitää aina välillä miettiä, että no mikä tässä on nyt se tarkoitus, että onko nyt tarkoitus ryhmäyttää oppilaita tämän tehtävän avulla vai onko tarkoitus opiskella ja vahvistaa tätä taitoa. Niin näitäkin pitää aina vähän miettiä. (H7)

Oppilaiden toiminnanohjaustaidot koettiin haasteeksi toiminnallisilla oppitunneilla. Toiminnallisuuteen liittyvät taidot vaativat paljon harjoittelua osana opiskelua, jotta itsenäinen ja oma-aloitteinen ote työskentelyyn olisi mahdollinen. Ryhmänhallinnan haasteet saattoivat tehdä toiminnallisista tunteista kaoottisia ja aiheuttaa ylimääräistä sekoilua. Etenkin toiminnallisuuteen liittyvät siirtymätilanteet saattoivat luoda epäjärjestystä.

Se, että oppilaiden toiminnanohjaustaidot on mitä on, ja mun mielestä se on vähän väärin meiltä odottaakaan, että ne sitten pystyy johonkin monimutkaisiin ohjeisiin yhtäkkiä suorittamaan ... Haasteena siinä toiminnallisuudessa on se levottomuus ja sitä kautta se, että se pointti ei mene perille. Sitten menee sellaiseksi kikkailuksi ja leikkimiseksi. Se on mun mielestä se isoin haaste. (H9)

Toiminnallista opetusta ei pidetty itseisarvona, osalle oppilaista se saattoi olla liian vaikeaa tai monimutkaista. Toiminta saattoi aiheuttaa kuormitusta, jonka myötä motivaatio matematiikkaa kohtaan laski. Oppimisen erot ja eriyttämisen tarve koettiin toiminnallisuuden haasteeksi. Heikot taidot omaavat tai hitaasti etenevät oppilaat saattoivat saada liikaa vastuuta omasta oppimisestaan tai toistojen määrä saattoi jäädä liian vähäiseksi taitojen kehittymisen näkökulmasta. Haastavaksi koettiin kaikkien oppilaiden huomioiminen. Eri aikaan valmistuvat tehtävät aiheuttivat usein toiminnan siirtymistä häiritsevään käyttäytymiseen.

5.1.5 Valmiudet

Valmiudet toiminnalliseen opettamiseen syntyivät opettajankoulutuksen ulkopuolella. Opettajankoulutus nähtiin matematiikan osalta lähinnä vaihtoehtoisia esimerkkejä ja laskutapoja esittelevänä sekä oppikirjojen käyttöön ja rutiinin omaiseen laskemiseen ohjaavana. Puutteeksi nähtiin etenkin matemaattisten taitojen pohjustamiseen liittyvät aiheet. Sen sijaan toiminnallisen opetuksen valmiuksia lisäsivät oma mielenkiinto ja siihen pohjautuva lisäkoulutus. Myös joistakin aikaisemmista ammateista nähtiin olevan hyötyä toiminnallisuuden kannalta.

Aikaisemmalta ammatiltani mä olen toimintaterapeutti, ja mä uskon, että se tausta tuo mulle aika paljon tällöisiä menetelmiä tai käytännön ajatusta myös matematiikan opettamiseen ja taitojen analysoimiseen ja semmoiseen. (H3)

Kiinnostus toiminnallisia opetusmenetelmiä kohtaan sai opettajat perehtymään aiheeseen tarkemmin. Tämän nähtiin parantavan valmiuksia opetusmenetelmän käyttöön. Mielenkiinto aihetta kohtaan sai opettajat kokeilemaan uudenlaisia työskentelytapoja ja kehittämään omia valmiuksiaan.

Innostuin siitä Varga-Neményi -opetusmenetelmästä just kun ... sen ykkös-, kakkoskurssin kävi joskus aikanaan. Sitä kolmosta mä en ole enää käynyt, mutta silloin pääsin kiinni siihen toiminnallisuuteen, ja sitä sitten jatkojalostanut tai silleen, että siitähän nyt sitten ammentaa kaikkea muitakin ideoita itselleen. (H1)

Suurin hyöty toiminnallisen opettamisen valmiuksien kehittymiselle nähtiin saavutettavan kokemuksen myötä. Valmiudet kehittyivät, kun oppikirjalähtöisyydestä uskallettiin irrottautua ja antaa sen sijaan aikaa kokonaisuuksille, jotka nähtiin itse tai opetussuunnitelman mukaan merkityksellisiksi. Opettajan uran alkuvaiheissa uuden opettelu oli niin paljon, ettei toiminnallisuuden edistämiseksi riittänyt välttämättä resursseja. Oman työskentelytavan harjoittelu vei aikaa uuden ideoinnilta, lisäksi luokanopettajana täytyi keskittyä useiden oppiaineiden sisältöihin. Aluksi keskityttiin lähinnä välttämättömiin perusasioihin.

5.2 Havainnollistaminen

Havainnollistamista pidettiin kiinteänä ja tärkeänä osana matematiikan oppiainetta. Tässä tutkimuksessa havainnollistaminen nähtiin luokan edessä tapahtuvana opettajan toimintana, hänen antaminaan esimerkkeinä tai näyttämään malleina.

Toisaalta havainnollistamisella viitattiin myös oppilaiden omiin kokeiluihin ja havainnollistavien mallien laatimiseen. Havainnollistamisen keskeisenä tarkoituksena pidettiin ilmiön konkretisoimista.

5.2.1 Toimintatavat

Opetusta konkretisoitiin lukuisilla erilaisilla tavoilla, riippuen opettajasta, opetettavasta aiheesta sekä resursseista. Osa opettajista suosi oppikirjojen valmista materiaalia, etenkin digiopetusmateriaalia ja valmiita opetusvideoita, joita he kertoivat täydentävänsä omalla puheellaan. Valmista materiaalia pidettiin kyseisten opettajien keskuudessa selkänä ja helppokäyttöisenä. Osa opettajista puolestaan piti havainnollistamisen näkökulmasta otollisempina opettamista piirtäen, itse selittäen ja konkreettisia välineitä käyttäen.

... kokeilin tuossa joskus syksyllä niitä opetustauluja, mitä on niissä digimatskuissa, missä pystyy vain painamaan eteenpäin ... ja sitten siellä liikkuu, vaikka lisätään kympejä tai vähennetään ja ne menee pois tai tulee ja näin. Niin ne eivät yllättävästi jaksanut katsoa sitä. Selkeästi se, että kun on ihan oikeat välineet, niin on kiinnostavampaa ..., ne seurasi huonommin sitä digiopetustaulua kuin sitä, että jos mä teen ja näytän. Niin en ole niistä niin innostunut. Jos ne itse pääsee tekemään, niin sitten, mutta semmoisena opettajan korvikkeena ei ehkä ... (H1)

Havainnollistamisessa opettajat kuvailivat käyttävänsä apuna luokasta löytyviä liitu-, tussi- ja älytauluja sekä dokumenttikameraa. Havainnollistamista varten saatettiin myös kokoontua piiriin pöydän ympärille tai käydä vuorotellen katsomassa mallia esimerkiksi luokan edessä. Toisinaan opettajat saattoivat myös kiertää näyttämässä havainnollistavia esimerkkejä oppilaille.

Luokan seinillä tai tauluilla pidettiin näkyvissä julisteita ja kuvia, jotka osaltaan havainnollistivat ja muistuttelivat oppilaita matematiikan keskeisimmistä aiheista. Valmiiden kuvien lisäksi piirtäminen oli suosittu ja helppokäyttöinen tapa havainnollistaa opetusta. Taululle piirtämisen lisäksi opettajat kertoivat käyttävänsä piirtämistä myös yksittäisten oppilaiden auttamiseksi. Tällöin piirroksia tehtiin niin oppikirjoihin kuin erillisille papereillekin.

...tosi paljon piirrän... ensin Mikolta Leenalle noin ja noin pitkä matka, tuolta metsään tuon verran ja sitten lammelle ja lammelta kotiin ja sitten ne kiertävät. ... se piirtäminen on sillä tavalla hyvä väline, että mä en tarvitse

kuin tussin ja sen tussitaulun, että se on aina siinä lähellä, että mun ei tarvitse sitä valmistaa mitenkään, että se syntyy siinä. (H4)

Opettajat käyttivät havainnollistamiseen paljon erilaisia välineitä. Monelta koululta löytyi varsinaisia matikkavälineitä, esimerkiksi kymmenjärjestelmäpalikat, murtokakut tai geometrian kappaleet. Valmiita matikkavälineitä kuului myös oppikirjojen liitteisiin, jotka sisälsivät muun muassa pahvisia lukusuoria ja kellotauluja. Matikkavälineitä oli helppo askarrella myös itse, helminauhat ja tasokuviot olivat käytössä usealla opettajalla. Opettajat kertoivat käyttävänsä havainnollistamiseen myös luonnonmateriaaleja, kivet, kävyt ja kepit riittivät varmasti kaikille, veivät vain vähän tilaa ja toimivat opetustarkoituksessa hyvin.

Meillä on siis matikkaboksi jokaisella oppilaalla. Semmoinen, mikä mahtuu pulpettiin. Sieltä taitaa tälläkin hetkellä olla jokaisella kymmenen kiveä, että sitten kun tarvitsee joskus jotain pientä välinettä, niin sitten ottakaa sieltä ne kivet esiin. Sitten vaikka lukusuoralle, niin laitetaan kolmen välein kiviä tai viiden välein kiviä ja sitten pohjustetaan kertotaulua ja tällaisia juttuja (H1)

Arjen esineet ja luokahuoneesta valmiiksi löytyvät tavarat, kuten kynät toimivat useassa luokassa opetusvälineinä. Luokahuoneesta saatettiin etsiä esimerkiksi erikokoisia kulmia tai avata ovea tai oppikirjaa kulman koon mukaisesti.

Havainnollistamiseen käytettiin usein myös muita esineitä, kuten nappeja tai pieniä eläimiä, joilla oli helppo konkretisoida lukumääriä tai harjoitella erilaisia luokittelun taitoja. Ylipäätään oppilaiden arkielämää ja konkreettisia esimerkkejä pidettiin havainnollistavalta arvolta tärkeinä.

Yritän ottaa aika paljon todellisesta elämästä niitä juttuja, eli miten voi havainnoida. Ja siihen liittyy myös aika paljon, missä mä oon töissä. Mä oon ollut maalaiskoulussa töissä, ja sitten mä haistelen vähän, että mitä siellä puhutaan. ... moottori sitä, traktori tätä, mopo tätä, rassataan ja kaikki haisee bensalle ja vähän öljylle. Sitten mä yritän havainnoida, että miten tää voisi liittyä vaikka siihen mopoon tai siihen traktorin... (H6)

Havainnollistamiseen ei välttämättä tarvittu erillisiä välineitä. Asioiden näyttämien kehon liikkeillä onnistui opettajien mukaan yllättävän helposti. Käsien ja sormien liikkeillä aihetta voitiin havainnollistaa monissa erilaisissa tilanteissa.

Havainnollistamista opettajan toimesta pidettiin tärkeänä. Opettaja havainnollisti usein mallitehtävän, jonka jälkeen oppilaat pääsivät kokeilemaan. Erilaisia välineitä käytettäessä havainnollistaminen saattoi tapahtua vain opettajan toimesta, mikäli

välineitä ei riittänyt kaikille tai aiheen käsittelyn kannalta kyseinen toimintatapa nähtiin riittäväksi.

Opettajilla oli erilaisia tapoja osallistaa oppilaita havainnollistamiseen. Osa opettajista kyseli oppilailta seuraavia vaiheita havainnollistaessaan itse opetusta. Osa suosi enemmän oppilaiden käyttöön annettavia välineitä.

Totta kai oppilaat saa myös ne käyttöön. Nehän varmaan suuttuisi, jos ne ei saisi kokeilla niitä ... Totta kai mun mielestä ainakin, että ei se nyt ole mitenkään ..., jos opettaja vaan leikkii sen pallon kanssa edessä ja selittää. Että kyllä ne oppilaatkin sen käsiinsä haluaa ja saa. (H8)

Opettajat kuvailivat havainnollistavien tehtävien tekemisen hyväksi arvioinnin keinoksi. Konkreettisten esineiden avulla oppilaat pystyivät osoittamaan ymmärtävänsä opeteltavan aiheen. Myös välivaiheita ja kuvallisia laskuja korostettiin ymmärryksen osoittamiseksi.

Havainnollistamista käytettiin matematiikan opetuksessa lähes jokaisella oppitunnilla. Erityisesti uutta asiaa opetettaessa sen hyöty nähtiin merkittäväksi.

Havainnollistamisen avulla pyrittiin perustelemaan ja tuomaan ilmi päättelyketjuja sekä laskujen tai määritelmien rakentumista. Havainnollistamista saatettiin käyttää myös asioiden pohjustamiseen ja kiinnostuksen herättelyyn, ennen kuin oppilaat varsinaisesti tiesivät mistä on kyse.

Opettajat kertoivat palaavansa havainnollistamiseen, mikäli huomasivat, ettei opetettavaa asiaa ollut ymmärretty. Tämä saattoi näkyä esimerkiksi runsaina kysymyksinä, virheinä tunti- tai kotitehtävissä tai heikosti menneenä kokeena tai testinä. Havainnollistamiseen voitiin palata heti saman oppitunnin aikana, mutta myös paljon myöhemmin. Havainnollistavia esimerkkejä saatettiin käydä läpi yksittäisten oppilaiden tai koko ryhmän kanssa.

5.2.2 Kohdentaminen

Havainnollistamisen ajateltiin palvelevan kaikkia oppilaita. Erityisesti lisähyöty nähtiin niiden oppilaiden kohdalla, joille matematiikka tai yksittäisen aiheen ymmärtäminen oli vaikeampaa. Oppilaat, jotka eivät olleet saaneet kiinni esimerkiksi oppikirjan tarjoamista opetusmateriaaleista saivat yksilöllisempää ja konkreettisempää opetusta välineiden avulla.

Jokaista matematiikan aihealuetta havainnollistettiin jollakin tapaa. Opettajat kertoivat pohtivansa aiheen haastavuuden ja oman ryhmänsä taitotason perusteella mahdollisimman tarkoituksenmukaisen tavan. Luokan edessä digiopetusmateriaalein tai esimerkiksi piirtäen opettajat havainnollistivat aihetta koko luokalle. Osa opettajista näki konkreettisten välineiden tuovan lisähyötyä koko ryhmälle ja osa ajatteli niiden tukevan lähinnä heikompia laskijoita, jolloin välineitä käytettiin yksittäisten oppilaiden kanssa. Vastakkaisia mielipiteitä aiheutti myös havainnollistavan materiaalin antaminen oppilaille. Havainnollistavan materiaalin kohdentaminen vain osalle oppilaista aiheutti eräiden opettajien mukaan vastakkainasettelua, kun taas osa opettajista nimenomaisesti kohdensi apuvälineet ainoastaan heikkotaitoisten oppilaiden ulottuville.

Eikä vaan silleen, että annetaan vain niille heikommille, tai niille, ketkä nyt ehkä tarvitsee, tai 'sinä et nyt ihan ymmärrä, niin otapa tästä tämä kellotaulu', vaan silleen, että se on aina kaikille. (H1)

Oppilaiden taidot vaikuttivat havainnollistamiseen. Mikäli asia opittiin nopeasti, ei havainnollistamista tarvinnut jatkaa. Toisaalta havainnollistamiseen saatettiin palata, mikäli aihe oli jäänyt epäselväksi. Opettajat saattoivat toisinaan ohjata aiheen jo oivaltaneet oppilaat eteenpäin ja jatkaa havainnollistamista heidän kanssaan, jotka sitä vielä tarvitsivat. Havainnollistamisen merkitystä kuitenkin korostettiin jokaiselle oppilaalle.

Taitotason lisäksi havainnollistavaa materiaalia kohdennettiin ryhmäkoon ja luokka-asteen perusteella. Osa opettajista kertoi käyttävänsä havainnollistavia välineitä erityisesti tukiovetustilanteissa tai pienempien ryhmien kanssa. Havainnollistaminen välineiden avulla nähtiin merkityksellisimmäksi alkuopetuksessa, jossa opittuja asioita konkretisoitiin useiden aistien avulla. Useiden aistien hyödyntäminen vahvisti opettajien mukaan oppimisen muistijälkeä. Opetuksesta haluttiin saada mahdollisimman konkreettista ja visuaalista, myös puhetta sekä tekemistä hyödynnettiin, sillä monipuoliset lähestymistavat nähtiin vahvuutena.

5.2.3 Vahvuudet

Havainnollistamista pidettiin opetusta monipuolistavana ja siten motivoivana tekijänä. Havainnollistaminen sopi opettajien mukaan jokaiseen matematiikan sisältöön ja sitä myös kannatti käyttää jatkuvasti. Opettajat kokivat havainnollistamisen tukevan

oppilaiden motivaatiota, sillä se toi matematiikkaa lähemmäksi arkielämää ja helpotti asioiden ymmärtämistä. Ymmärryksen koettiin lisääntyvän, kun oppilaat oivalsivat laskun toimintaperiaatteen.

Mä pidän kaikista hyödyllisempänä sitä, että oppilaalle tulee mukava asenne matikkaan. Että he ajattelee, että tässä on mahdollista, tai kun ne oivaltaa jotakin ja ne oppii jotakin, niin ne oppii tykkäämään siitä aineesta. (H3)

Matematiikan ajateltiin olevan kokonaisvaltainen oppiaine, jolloin asioiden äärelle pysähtyminen, niiden pilkkominen, hahmottamisen harjoittelu ja monipuolisen materiaalin hyödyntäminen tuki oppimista erityisesti. Havainnollistamisen myötä muistijäljet olivat monipuolisempia, niitä voitiin yhdistää konkreettisiin tilanteisiin tai muistisääntöihin. Havainnollistamisen ajateltiin tuovan lisäulottuvuuden matematiikkaan.

Mitä enemmän siinä käyttää semmosia apuvälineitä ja hahmottamisen keinoja, niin olen huomannut sitten, että sitä enemmän jengi nappaa, koska on niin monta eri oppijaa, niin matematiikassa se jotenkin korostuu tosi voimakkaasti, että miten ne kaikki hahmotetaan. (H2)

Havainnollistamisen avulla opettajat pyrkivät varmistamaan ja seuraamaan oppilaiden ymmärrystä. Havainnollistamisen vahvuus nähtiin sen kyvyssä tehdä opetettava ilmiö oppilaalle konkreettiseksi ja ymmärrettäväksi. Pelkkä kielellinen ilmaisu saattoi johtaa epäselviin tulkintoihin, kun taas havainnollistamisen avulla oppilaan huomio ohjautui kohti jaettava ymmärrystä. Havainnollistamista ja asioiden konkretisointia pidettiin oppimisen edellytyksenä.

Havainnollistamisen vahvuudeksi nähtiin sen helppo toteuttaminen. Ideat saattoivat syntyä spontaanisti suunnitellessa tai vasta oppitunneilla. Valmista materiaalia oli saatavilla helposti ja arkipäivän esimerkkejä oli helppo liittää osaksi opetusta. Opettajat kuvailivat yhteistyötään kollegoidensa kanssa sujuvaksi ideoiden ja materiaalien jakamisen suhteen. Havainnollistamista käytettiin helppoutensa vuoksi opetuksessa monipuolisesti.

5.2.4 Haasteet

Havainnollistamiseen liittyvät haasteet kulminoituivat opettajan osaamiseen. Ratkaisevaa oli opettajan kokemus siitä, osasiko hän havainnollistaa aihetta.

Havainnollistavasta materiaalista täytyi ennakkoon miettiä, mihin se liittyi ja miten oppilaat todennäköisesti tulisivat materiaalia ymmärtämään. Havainnollistamisen kuvailtiin vaativan kärsivällisyyttä ja huolellisuutta sekä oppilaiden ymmärryksen tarkkaa seuraamista. Opettajan kokemukset havainnollistamisen osaamattomuudesta johtivat usein oppikirjan valmiiden materiaalien käyttöön. Tällöin aihetta ei havainnollistettu itse, vaan havainnollistaminen tapahtui esimerkiksi opetusvideon avulla.

Osa haastateltavista opettajista kritisoi valmista havainnollistavaa materiaalia, kuten opetusvideoita. Valmiit materiaalit eivät aina olleet ristiriidattomia ja ne saattoivat sotkea opetusta. Haasteeksi koettiin myös oppilaiden kiinnostuksen puute valmiiseen materiaaliin. Opettajat kuvailivat oppilaiden kiinnittyvän paremmin itse tuotettuihin esimerkkeihin ja malleihin. Toisaalta esiin nousi myös ajan hermoilla pysymisen haaste. Opetusvuosien edetessä arjen esimerkit muuttuivat ja opettajat kokivat nykypäivän etäännyvän omista arjen esimerkeistään. Lapsille tutujen esimerkkien keksiminen ja esittäminen havainnollistavasti koettiin haastavaksi.

Mutta voi olla, että mä alan vanhentua vähän liian nopeasti, kun nää TikTok-jutut ja nää menee vähän aina väliin yli... mä yritän saada sitä arkielämää. Ja se on aika vaikea, että nykypäivänä muksut vähän etäänny siitä, mitä oli mulle ehkä arki ja vaikka monelle muulle sukupolvelle. Se alkaa pikkuhiljaa aina eroamaan omasta kokemuksesta. Niin kuin varmaan on ollut joka vuosi, ja siis varmaan tapahtuu kaikillekin tässä näin. Mitä vanhempi opettaja on, niin sitä enemmän se on erilaisempaa olla kuin hän on ollut siinä iässä. Mutta siitä mä yritän, arkielämää. (H6)

Havainnollistavana materiaalina käytettiin myös paljon konkreettisia välineitä. Välineiden käyttöön koettiin kuitenkin liittyvän useita haasteita. Tavarointa katosi ja likaantui, ne rikkoutuivat ajan kuluessa tai tahallisesti, mutta myös säilytyshaasteita saattoi esiintyä. Välineitä ei välttämättä ollut tarpeeksi tai niiden ominaisuudet eivät olleet toivottuja. Vain opettajan käyttäessä välineitä täytyi huomioida niiden koko, jotta oppilaat varmasti näkivät esimerkit. Lisäksi huomiota kiinnitettiin välineiden päästämiin ääniin, pöydällä pysymiseen vaikuttaviin ominaisuuksiin ja kestävään kehitykseen. Havainnollistaminen saattoi viedä myös tarpeettoman paljon aikaa.

Kaikkien opetusryhmien kanssa havainnollistavien välineiden käyttöä ei koettu helpoksi. Opetusvälineiden käyttö vaati tarkkaa suunnittelua ja ohjausta, sillä ilman selkeitä ohjeita ne saattoivat herättää oppilaissa liiallista kiinnostusta ja siirtää

keskittymisen epäolennaisiin asioihin. Levottomissa ryhmissä konkreettiset havainnollistavat välineet saattoivat lisätä häiriökäyttäytymistä ja ryhmän hallinnan haasteita. Toisaalta havainnollistaminen saattoi aiheuttaa myös väärinymmärryksiä, jos tehtävän tarkoitusta ei ymmärretty tai välineitä käytettiin ohjeiden vastaisesti. Suuret ryhmäkoot haastoivat opettajan mahdollisuutta seurata kaikkien työskentelyä riittävän tiiviisti.

Jos oppilaat käyttää väärin, ei tavallaan ymmärrä, mitä sinne pitää tehdä tai jos opettajalla on paljon oppilaita, niin ei varmasti kerkeä vaikka 25 oppilasta seuraamaan, että onko heillä nyt 15 vai 14 niitä kananmunia. Niin tavallaan siinä voi tulla myös semmoisia väärinkäsityksiä, väärinymmärryksiä...ja voi myös mennä semmoisen leikkimiseen, että jos sulla on ne viisi lehmää, niin ne voi olla myös leluina sitten. (H5)

Havainnollistamista käytettäessä täytyi huomioida oppimisen erot. Joissain tilanteissa havainnollistaminen saattoi kuorimittaa oppilasta liikaa tai ohjata ymmärrystä epätoivotuilla tavoilla. Rungas havainnollistaminen saattoi johtaa myös ”tietoähkyyn” (H2), jolloin opittavan asian hahmottaminen vaikeutui. Erityisesti heikommille oppilaille liiallinen havainnollistaminen saattoi näyttäytyä negatiivisesti ja sekoittaa opittua. Toisaalta tarpeeton tai liiallinen havainnollistaminen saattoi hidastaa työskentelyn etenemistä ja heikentää oppimismotivaatiota. Havainnollistamisen käytön ajateltiin vaativan harkintaa ja oikea-aikaisuutta, jotta se tuki oppimista tarkoituksenmukaisesti.

5.2.5 Valmiudet

Koulutuksesta saadut valmiudet matematiikan havainnollistamiseen nähtiin vähäisiksi. Erityisesti käytännönläheisten menetelmien ja opetustilanteisiin sovellettavien esimerkkien koettiin jääneen vähäisiksi. Koulutukselta olisi toivottu enemmän konkreettisuutta ja oppimisen vaikeuksiin keskittymistä.

Mä olisin kaivannut enemmän semmoista tai halunnut kättä pidempää. Että me oltaisiin jotain oikeaa, vaikka tarkastettu oppilaiden kokeita tai pohdittu jotain, että mitä oppilas on saattanut tässä kohdassa mieltä. Miksi se on laskenut väärin, tai siis sellaisia, ... miten ymmärtää oppilasta, että mikä siinä on vaikka se hahmottamisen vaikeus. (H2)

Opettajat kuvailivat havainnollistamiseen liittyvien valmiuksiensa kehittyneen lähinnä työelämässä. Kollegoilta saatu tuki ja ideat koettiin merkityksellisiksi. Toisaalta opettajat kuvailivat myös valmiiden materiaalien ja opettajan oppaiden tukevan

havainnollistamista. Valmiuksien uskottiin kehittyvän vähitellen kokemuksen karttuessa, eikä havainnollistamisen suhteen nähty kiirettä. Eräs opettaja koki matematiikan olleen hänelle haastavaa, mutta piti tätä taustaa keskeisenä vahvuutenaan. Tästä syystä hän pystyi jäsentämään opetettavaa sisältöä huomioiden oppilaiden mahdolliset hahmottamisen haasteet.

5.3 Sanoittaminen

Sanoittaminen nähtiin opetus- ja oppimistilanteissa tapahtuvana kielellisenä vuorovaikutuksena. Sanoittaminen oli paitsi opettajien puhetta oppilaille myös oppilaiden omaa puhetta sekä ratkaisuiden ja ajatusten selittämistä. Sanoittamiseen kuuluivat vahvasti myös yhteiset keskustelut ja vuorovaikutus. Keskeisenä pidettiin sanoittamisen jatkuvuutta, jos osaat ja käytät matematiikassa puhetta edes vähän, opit ja ymmärrät koko ajan enemmän.

5.3.1 Toimintatavat

Opettajat pyrkivät sanoittamaan matematiikkaa osana opetustaan. Tällöin he kiinnittivät huomiota oman puheensa selkeyteen. Opetettavista asioista pyrittiin antamaan konkreettisia esimerkkejä, jotka liitettiin esimerkiksi oppilaiden arkielämään. Keskeisenä pidettiin yksinkertaisia sanavalintoja ja vastaavasti vältettiin liiallista puhumista. Tilanteissa, joissa ilmeni, että oppilas ei ymmärtänyt opetusta, opettajat näkivät hyödyllisenä tauon pitämisen ja uudenlaisen lähestymistavan valinnan.

Jokainen haastateltavista opettajista kertoi kiinnittävänsä huomiota oikeiden käsitteiden käyttöön. Oikeita termejä pyrittiin käyttämään johdonmukaisesti, mutta esiin tuotiin myös inhimillisyyden näkökulma. Toisinaan käsitteiden käytössä saattoi sattua virheitä.

Toki virheitä varmaan voi tulla, mutta kyllä mä siihen pyrin, että matikkaa ei puhuta sillä tavalla huolimattomasti. (H3)

Vähän semmoinen kahtiajakoinen, että kyllähän pitäisi opettajana puhua asioista oikeilla nimillä, mutta sitten mä en kuitenkaan näe sitä ihan järkyttävänä rikoksena. (H2)

Opettajat kertoivat opettavansa oikeita termejä myös oppilaille. Osa opettajista korjasi oppilaiden puhetta systemaattisesti, mikäli he tunnistivat vääriä termejä.

Korjatessa puhetta korostettiin kuitenkin ”ymmärrystä tilanteeseen” (H4). Vastaavasti osa opettajista piti termien tuntemusta tärkeämpänä matematiikan toimintaperiaatteen ymmärtämistä ja salli vapaammin virheellisten termien käytön puheessa.

Osa opettajista käytti opetuksessa suoraan oppikirjassa käytettäviä käsitteitä vuosiluokan sisältöjen mukaisesti. Samalla he ikään kuin välttivät viemästä asiaa seuraaville tasolle. Vastaavasti toiset opettajat pyrkivät syventämään oppilaiden osaamista mainitsemalla aiheeseen soveltuvia myöhemmin opeteltavia asioita.

Oon tehnyt sitä, että 'mä en nyt jaksa piirtää tätä koko lukusuoraa, kun sehän on ääretön'. ... ja sitten aluksi, kun aloitettiin nolasta ja otettiin vaan sitä kymppiä, niin piirsin nollan, mutta sitten pikkasen sen nollan vasemmallekin puolelle. Ja että 'tämähän jatkuisi tänne toisellekin puolelle tämä lukusuora, mutta me ei nyt tässä ykkösluokalla tarvita sitä pätkää'. ... että 'siellä on semmoisia negatiivisia lukuja, mutta ei, puhuta niistä nyt' ja sitten ne on aina ihan innoissaan. Nykyään kun mä piirrän sen lukusuoran, niin aina joku sanoo, että toihan on ääretön, että kyllä niille jää mieleen.
(H1)

Matematiikan opetuksessa korostettiin ymmärryksen lisäämistä selkeiden perusteluiden avulla. Opetusta selitettiin jatkuvasti ääneen käyttäen apukysymyksiä miksi, mitä ja miten. Vastaavasti oppilaita osallistettiin opetukseen ja heiltä vaadittiin perusteluita ratkaisuihin sekä työvaiheisiin. Oppilaita ohjattiin kohti omia oivalluksia ja taitoa sanallistaa tekemiään ratkaisuja.

Usein kun mä opetan tai kysyn oppilailta, niin mä kysyn, mitä sä tarkoitat ja miksi sä teet näin. Se lasku saattaa olla ihan oikein..., mutta mä saatan kysyä, että miksi sä laskit sen näin, että mä haluan, että he sanottaa sitä, mitä he on ajatellut. Ja sitten ehkä kun he sanottaa sitä omaa ajatteluansa, niin voi olla, että he ajavat itsekkin sen siinä kohtaa paremmin. 'Sen takia mä tein näin, koska toi menee noin ja noin, ja sitten se tulee sieltä'. Niin kuin ehkä näkyviksi saa tietoisuuteen heille itselle ja sit voi olla, että joku toinen tajuaakin sen, kun se toinen lapsi sen sanottaa.
(H4)

Perusteluita käytiin läpi myös luokan yhteisissä keskusteluissa. Opettajat halusivat kuulla oppilaiden puhetta mahdollisimman paljon. Vastausta tärkeämpänä pidettiin oppilaan omaa ajattelua, koko prosessia ja taitoa sen sanallistamiseen. Ylipäättään puheen käyttäminen ja ääneen miettiminen olivat keinoja, joiden avulla opettajat uskoivat oppilaiden osaamisen vahvistuvan. Keskusteluissa pidettiin tärkeänä kaikkien ajatuksia, riippumatta johtivatko ne oikeaan vai väärään tulokseen.

Keskusteluiden antina pidettiin myös oppilaiden omia sanavalintoja, joiden kuvattiin soveltuvan ikätasolle hyvin.

Puhetta pyrittiin lisäämään ja ylläpitämään erilaisten kysymysten kautta. Kysymysten avulla voitiin johdatella oppilaiden ajattelua kohti ratkaisuja ja näin herättelemään heidän ajatteluprosessiaan. Tämän kuvattiin tapahtuvan usein sanallisesti. Kysymysten lisäksi tarinallistaminen oli keino keskustelujen lisäämiseen.

Osa opettajista käytti opetusmenetelmänä myös oppilaiden välisiä keskusteluita. Oppilaiden keskinäisillä keskusteluilla pyrittiin vertaispalautteen ja yhteisen kehityksen edistämiseen. Oppilaiden pohtiessa tehtäviä ääneen, heräsi usein mielenkiintoisia pohdintoja ja ratkaisuja. Lisäksi oppilaat pystyivät neuvomaan toisiaan erilaisesta näkökulmasta verrattuna opettajaan. Opettajat osallistuivat tarpeen mukaan kyseisiin keskusteluihin ja ohjasivat oppilaita eteenpäin. Tavoitteena oli kuitenkin osallistua vain vähän ja tehdä itsensä mahdollisimman tarpeettomaksi.

5.3.2 Kohdentaminen

Opettajat kertoivat käyttävänsä puhetta kommunikointiin ja oppimisen edistämiseen luokassa. Puhetapa kuitenkin vaihteli oppilaan ja oppilasryhmän mukaan. Etenkin pienille oppilaille ja uusille ryhmille puhuessa korostettiin puheen selkeyttä, yksinkertaisia lauserakenteita ja täytesanojen käytön minimointia. Lisäksi puheen rauhallista tempoa ja helposti ymmärrettäviä sanavalintoja pidettiin tärkeinä. Alusta asti selkeästi käytetty puhe nähtiin vahvuutena koulupolun edetessä. Kun oppilaat oppivat heti oikeiden termien käyttöä, heidän oli helpompi yhdistää asiaan uusia ulottuvuuksia myöhemmin. Esille tuotiin myös ajatus, jonka mukaan opettaja kohdentaa puhettaan oppilaiden kehitystasolle sopivaksi yksinkertaistamalla opetettavaa sisältöä, mutta ei systemaattisesti välttä muita ilmi tulevia asioita. Sen sijaan hän tuo niitä tarkoituksenmukaisesti esiin helposti ymmärrettävässä muodossa.

Oppilaiden taitotasolla nähtiin olevan vaikutuksia puheen käyttöön. Oikeita käsitteitä pyrittiin käyttämään etenkin silloin, jos matematiikka oli oppilaalle haastavaa. Toisaalta opettajat pohtivat etenkin oppilaiden omassa puheessa käsitteiden merkitystä. Oikeaa termiä tärkeämpänä pidettiin asian ymmärtämistä. Opetuksessa puhetta suunnattiin keskitason oppilaille ymmärrettäväksi, jonka jälkeen puhetta

eriytettiin tarpeen mukaan sekä ylös- että alaspäin. Taitavienkin oppilaiden kohdalla sanoittamiseen oli syytä kiinnittää huomiota.

Sanoittamiseen kiinnitettiin erityistä huomiota silloin, jos oppilaat eivät puhuneet äidinkielenään suomea. Puheen selkeys ja lyhyet lauserakenteet nousivat myös tällöin erityisen oleellisiksi tekijöiksi. Oikeiden käsitteiden käyttö oli keskeistä, vaikkakin puheen hahmottaminen saattoi silti olla haastavaa. Puheen ymmärtäminen osoittautui erityisen vaikeaksi, mikäli luokassa käytettiin paljon puhekielisiä ilmauksia tai murre sanoja.

Esimerkiksi heille ei voi sanoa, että yksi. Vaan pitää sanoa, että yhdeksän.
(H6)

Opetuspuheeseen täytyi kiinnittää erityistä huomiota, mikäli oppilailla oli taipumusta ylivilkkauteen tai toisaalta liialliseen passiivisuuteen. Tällöin puheen keskeisimpänä tehtävänä oli herätellä ja kertoa selkeästi opittava asia. Neuropsykiatrisia piirteitä omaavien oppilaiden kohdalla puheen struktuuria ja toistettavuutta pidettiin keskeisinä. Myös niille oppilaille, joilla oli kielellisiä vaikeuksia puheen tiivyyteen ja selkeyteen huomion kiinnittäminen oli ratkaisevaa. Herätteleviä ja ohjaavia kysymyksiä pidettiin tärkeinä.

5.3.3 Vahvuudet

Sanoittamisen ehdottomaksi vahvuudeksi nähtiin kommunikaatio ja sen myötä ymmärryksen lisääntyminen. Asioita sanottamalla opettajat ohjasivat oppilaita kohti oivalluksia. Selkeän puheen avulla oppiminen ja kokonaisuuksien hahmottaminen helpottuivat.

Jos ei millään tavalla sanota oppilaille sitä matikkaa... niin niiden taitavienkin oppilaiden on vaikea ymmärtää, että mitä siinä matikassa tapahtuu... tai sitten se rajoittuu siihen, että osaa vaikka tehdä niitä perusjuttuja, mutta sitten kun lähtee soveltamaan, niin jos ei ymmärrä sitä logiikkaa, niin sitten se on vaikeaa. ... jos ei ymmärrä niitä asioita, niin ei voi soveltaa ja sitten ei myöskään jää millään tavalla pitkäkestoisen muistiin... (H5)

Opettajan oman puheen lisäksi oppilaiden aktivointia asioiden sanoittamiseen pidettiin vahvuutena. Oppilaiden puheesta selvisi usein perusteluita siihen, miksi johonkin oli päädytty tai missä kohtaa tietämys loppui. Puhe antoi viitteitä tasosta,

jolla asia oli opittu. Kommunikaation avulla pystyttiin selvittämään, mitä oppilas todella tarkoitti.

Erilaiset kysymykset ja keskustelut nähtiin vahvuutena. Näiden avulla opettajat ohjasivat oppilaita kohti aktiivista ajattelua ja oivalluksia. Kokonaisvaltainen ymmärtäminen vaati aiheesta puhumista ja kommunikointia omista ajatuksista. Hahmottamisen ja ymmärryksen myötä motivaation nähtiin lisääntyvän. Keskustelut ja aktiivinen osallistuminen vahvistivat oppilaiden kykyä sanoittaa asioita oikein.

Motivaatio lisääntyy, kun hahmottaa ja ymmärtää ja osaa käyttää sitä kieltä oikein. Ja kun pääsee vähän keskustelemaan parin kanssa tai jakaa niitä ajatuksia, niin kyllähän sitä itsekkin motivoituu ihan eri lailla ja on taas hereillä aktiivisena tunnilla, kun sä itsekkin teet, etkä vaan istuu passiivisena kuuntelemassa opetusta. (H4)

Sanoittamisen ajateltiin aktivoivan oppilasta. Puhe herätti oivalluksia ja ohjasi kohti oppimista. Perusteluiden kautta ”ulkoa opitun leima” (H3) väheni ja oppilaiden täytyi pysähtyä ajattelunsa äärelle. Toisinaan jo laskun ääneen lukeminen auttoi oppilasta ymmärtämään sen toimintaperiaatteen.

5.3.4 Haasteet

Sanoittamisen haasteet liittyivät pitkälti opettajan osaamiseen. Omien sanavalintojen ja puheen selkeyden huomioiminen oli toisinaan haastavaa. Puhenoiteen ja äänenvoimakkuuteen täytyi kiinnittää huomiota. Toisinaan opettajat tunnistivat selittäneensä asioita hankalasti ymmärrettävästi tai väärin. Tällöin oppilailta saatu palaute ja asian korjaaminen olivat ensiarvoisen tärkeitä.

Sit kun välillä sanoo väärin, niin se on ehkä maailman paras asia, kun ne korjaa sua. Se on niin kuin, joskus mä teen sitä tahallaan, mutta siis joskus se tulee vaan väärin, että kaikki tekee virheitä. Mutta sit se on hienoo, että ne korjaa. Ja sit se on ihan kamalaa, jos kukaan ei korjaa ja sitten ne luulee, että mä olin oikeessa. Semmosii tulee aina vähän väliin. (H8)

Sanoittamisen keskeiseksi haasteeksi kuvailtiin kyky tuoda asia esille niin, että kaikki ymmärtäisivät mitä täytyy tehdä. Jos oppilaat eivät ymmärtäneet, keskittyminen siirtyi pois opittavasta asiasta. Huomiota täytyi kiinnittää myös siihen, ettei asiasta kerro oppilaille liikaa tai liian monimutkaisesti, vaikka oma tietämys olisikin laajempi.

Oppilas ei kuitenkaan pysty omaksuun kuin tietyn määrän, niin siis se on ehkä semmoinen haaste itselle, että kun itse tekisi mieli kertoa kaikkea muutakin, miten se toimii, niin pitää yrittää hidastaa itseään, että ei tule liikaa asiaa. (H4)

Opettajan osaaminen vaikutti asioiden sanallistamiseen. Jotkut aiheet olivat hankalampia opettaa ja täten myös sanoittaa. Eräs opettaja kuvaili käyttävänsä opetusmateriaaleja myös omien taitojen harjaannuttamiseen ennen oppitunteja. Myös oppilaiden puhumaan ohjaaminen koettiin haastavaksi. Hiljaiset ja ujut oppilaat olivat opettajien mukaan vaikea saada puhumaan. Myös uusien ryhmien kohdalla koettiin haasteita sanoittamisen osa-alueeseen liittyen, sillä oppilailla oli usein suuri kynnys omien ratkaisujensa esille tuomiseen. Eräs opettajista kuvaili lasten pelkäävän virheitä.

Sanoittamisen haasteeksi osoittautuivat myös pienenevät sanavarastot. Opettajat kertoivat vähenevän lukutaidon ja -innon vaikuttavan sanavarastoon ja sen myötä puheen ymmärtämiseen merkittävästi. Termistö koettiin haastavaksi ja sekaannuksia aiheuttavaksi. Myös jotkin käsitteet aiheuttivat oppilaissa suuria reaktioita ja ajatuksia aiheen mahdottomuudesta.

Sanoittamisen haasteet näkyivät myös työskennellessä niiden oppilaiden parissa, jotka eivät puhuneet äidinkielenään suomea. Uusia käsitteitä piti selittää paljon ja niiden käytön täytyi olla erityisen systemaattista. Erityisen hankalaksi opetus koettiin silloin, jos oppilas ei puhunut lainkaan suomen kieltä, sillä näiden oppilaiden sanallinen tukeminen vie paljon aikaa muulta opetukselta ja voi vähentää toisten oppilaiden saamaa huomiota.

5.3.5 Valmiudet

Sanoittamisen valmiuksien ajateltiin kehittyvän kokemuksen myötä. Oppiainesisällöt, mahdolliset ongelmakohdat ja puhetapa koettiin asioiksi, joissa harjaantuu parhaiten työtä tekemällä. Omien valmiuksien kehittämiseen pystyi kuitenkin vaikuttamaan helposti etukäteissuunnittelulla ja aiheeseen perehtymisellä.

Opetuskokemuksen ohella myös kollegoilta tai omalta lähipiiriltä saadut vaikutteet muovasivat opettajien omia valmiuksia. Eräs opettajista toi esille perheenjäsenensä kiinnostuksen kielentämiseen ja kertoi tutustuneensa sen myötä aiheeseen lisää

myös itse. Kuitenkin tärkeänä osana henkilökohtaisen kiinnostuksen ja innostuksen nähtiin vaikuttavan puheen käyttöön ja sen myötä valmiuksien kehittymiseen.

5.4 Yhteenveto

Toiminnallinen opetus, havainnollistaminen ja sanoittaminen esiintyivät opettajien kuvauksissa osittain päällekkäisinä matematiikan opetuksen lähestymistapoina, joita hyödynnettiin joustavasti opetustilanteen, sisällön ja oppilasryhmän tarpeiden mukaan. Taulukkoon 3 on koottu yhteenveto kyseisistä lähestymistavoista. Kaikkia kolmea lähestymistapaa, eli toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista yhdisti pyrkimys tehdä matematiikan ilmiöitä oppilaille ymmärrettäviksi ja konkreettisiksi. Toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen kytkeytyivät opettajan pedagogiseen harkintaan. Ratkaisuja tehtiin suhteessa opetuksen tavoitteisiin, oppilaisiin ja käytettävissä oleviin resursseihin.

Toiminnallisuudessa, havainnollistamisessa ja sanoittamisessa korostuvat opettajan tehtävät sekä oppilaiden osallistuminen. Opettaja ohjaa, mallintaa ja jäsentää opetusta eri keinoin, kun taas oppilaat osallistuvat toimintaan, havainnoivat, keskustelevat ja sanallistavat ajatteluaan. Lähestymistapoja käytetään sekä koko ryhmän opetuksessa että yksilöllisen tuen tilanteissa. Niiden käyttö painottuu niin uusien sisältöjen opettamiseen kuin ymmärryksen varmistamiseenkin.

Toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen vahvuuksia ovat oppilaiden aktiivisuuden ja motivaation lisääntyminen, opetettavan asian konkretisoituminen sekä ymmärryksen tukeminen useiden eri esitystapojen kautta. Näiden lisäksi ne mahdollistavat opetuksen monipuolistamisen ja erilaisten oppilaiden huomioimisen. Haasteita puolestaan esiintyy erityisesti opettajan osaamiseen, ajankäyttöön, ryhmänhallintaan sekä menetelmien tarkoituksenmukaiseen soveltamiseen liittyen. Myös oppilasryhmien erilaiset tarpeet ja oppimisen erot vaikuttavat siihen, miten lähestymistavat toteutuvat käytännössä.

Valmiuksien osalta tulokset osoittavat, että opettajat kokevat osaamisensa kehittyvän pääosin työelämäkokemuksen kautta sekä kollegiaalisen tuen ja valmiiden materiaalien avulla. Opettajankoulutuksen tarjoamat valmiudet näihin lähestymistapoihin koettiin vähäisemmiksi, ja niiden hallinta rakentuu pitkälti käytännön opetustyössä.

Taulukko 3. Pedagogiset lähestymistavat

	Toiminnallisuus	Havainnollistaminen	Sanoittaminen
Toimintatavat	Konkreettinen tekeminen Matalan kynnyksen toiminta Suunnittelu Vuorovaikutteisuus	Konkretisointi Käyttötilanne Toimijuus	Opetuspuhe Oppilaiden väliset keskustelut Osallistava puhe
Kohdentaminen	Luokka-aste Ryhmäkoko Ryhmänhallinta Taitotaso Toiminnanohjaustaidot	Aistit Ryhmäkoko Luokka-aste Taitotaso	Luokka-aste S2-oppilaat Taitotaso Tuen tarve
Vahvuudet *	Kiinnittyminen Konkreettisuus Monipuolisuus Motivaatio Tasa-arvo	Helppous Monipuolisuus Motivaatio Ymmärrys	Motivaatio Ymmärrys
Haasteet	Aika Haastavuuden leima Ohjeiden anto Ryhmänhallinta Suunnittelu Tarkoituksenmukaisuus	Materiaalit Opettajan osaaminen Oppimisen erot Ryhmänhallinta	Lukutaidon & sanavaraston väheneminen Opettajan osaaminen S2-oppilaat Selkeys
Valmiudet	Henkilökohtainen suhde aiheeseen Kokemus Koulutus	Henkilökohtainen suhde aiheeseen Kokemus Koulutus	Henkilökohtainen suhde aiheeseen Kokemus Koulutus

*Oppilaaseen kohdistuvia vaikutuksia opettajien näkökulmasta.

Taulukossa 3 on esitetty tutkimuksen kategoriointi ja kootut tulokset. Tulokset jäsennettiin matriisiksi siten, että tutkimuskysymyksestä muodostetuista pääkategorioista oli tarkoitus löytää ja tarkastella samoja yläkategorioita. Samojen yläkategorioiden käyttö kaikissa pääkategorioissa oli perusteltua myös siksi, että aineistossa ilmeni osittaista limittymistä sekä keskinäisiä yhteyksiä. Alakategoriat on järjestetty matriisiin aakkosjärjestyksessä. Taulukko 3 on muotoiltu matriisiksi, sillä asioiden sidosteisuutta toisiinsa pyritään tuomaan ilmi sen avulla. Matriisi on tutkimuksen tulosten näkökulmasta tarkoituksenmukainen ja välttämätön, sillä se kuvastaa aiheeseen liittyvää moniulotteisuutta.

6 Pohdinta

6.1 Tutkimuksen päätulokset ja johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista osana matematiikan opetusta perusopetuksen opettajien näkökulmasta. Tutkimuksen tarkoituksena oli tuoda ilmi opettajien käsityksiä, kokemuksia ja toimintatapoja kyseisistä osa-alueista osana matematiikan opetusta (kts. taulukko 3). Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on aineiston analysoinnin lisäksi muodostaa siitä perusteltuja tulkintoja (Aaltio & Puusa, 2020).

Tutkimustulokset osoittivat, että toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen muodostavat matematiikan opetuksessa toisiaan täydentävän kokonaisuuden, jota opettajat soveltavat joustavasti erilaisissa opetustilanteissa. Vaikka tulosluvussa tarkasteltiin kyseisiä osa-alueita omina kokonaisuuksinaan, ne näyttäytyvät käytännön opetuksessa vahvasti limittyvinä lähestymistapoina. Tämä oli myös lähtökohta kolmen osa-alueen rinnakkaiselle tarkastelulle. Opettajien kuvauksissa korostui pyrkimys tehdä matematiikasta oppilaille ymmärrettävää, konkreettista ja merkityksellistä, mikä toteutui näiden lähestymistapojen yhteisvaikutuksena. Tämä on linjassa aiemman tutkimuksen kanssa (Haapala ym., 2017). Limittymisen voidaan nähdä myös viittaavan matematiikan oppimisen luonteeseen, joka samanaikaisesti useiden pedagogisten lähestymistapojen varaan.

Toiminnallinen matematiikan opetus näyttäytyy tässä tutkimuksessa monimuotoisena ja joustavana pedagogisena toimintatapana, joka rakentuu sekä suunnitelluista kokonaisuuksista että tilanteesta syntyvästä toiminnasta. Toiminnallisuuteen kuuluu kokoelma käytäntöjä, kuten pelejä ja leikkejä, pistetyöskentelyjä sekä arjen tilanteisiin kytkeytyviä tehtäviä. Tämä vastaa aiempaa tutkimusta, jossa toiminnallisuus on kuvattu laaja-alaisena ja kontekstisidonnaisena lähestymistapana (Lerum ym., 2021; Savolainen ym., 2018; Daly-Smith ym., 2020).

Tulokset tuovat esiin toiminnallisuuden kaksijakoisen luonteen. Se näyttäytyy toisaalta helposti opetukseen integroitavana ja oppilaita aktivoivana, mutta toisaalta sen toteutus vaatii aikaa, suunnittelua ja pedagogista ennakoitua. Tämä mukailee Dyrstadin ym. (2018) ja Vetterin (2018) tutkimuksia, joissa toiminnallisuuden on todettu olevan resursseihin ja opettajan osaamiseen sidottua. Kokemuksen merkitys

korostui myös tässä tutkimuksessa, sillä toiminnallisuuden toteuttaminen koettiin sujuvammaksi kokeneempien opettajien toimesta.

Ryhmänhallinta, toiminnanohjaustaidot ja keskittymiskyky vaikuttavat siihen, miten toiminnallisuus toteutuu ja millaisia tuloksia sillä saavutetaan. Tämä tukee aiempia havaintoja siitä, että pedagogisten menetelmien toimivuus on riippuvainen oppilasryhmän valmiuksista ja opettajan kyvystä mukauttaa opetusta tilanteen mukaan (Carbonneau ym., 2013; Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Eriyttämisen näkökulmasta toiminnallisuus näyttää aineiston perusteella sekä mahdollisuutena että riskinä. Sen voidaan tulkita tukevan osallistumista ja madaltavan oppimisen kynnyksiä, mutta toisaalta se voi myös lisätä eroja oppilaiden välillä, mikäli ohjaus tai tehtävä rakenne eivät ole riittäviä. Tässä tutkimuksessa toiminnallisuus kuitenkin näyttöä pääosin tasoeroja vähentävänä tekijänä.

Toiminnallisuuden vahvuuksina korostuivat oppilaiden aktiivinen osallistuminen, motivaation lisääntyminen ja oppimisen konkretisoituminen. Aineiston perusteella voidaan tulkita, että nämä vahvuudet korostuvat erityisesti tilanteissa, joissa oppimisilmapiiri on turvallinen ja erilaiset oppimisen tavat huomioidaan. Toiminnallisen opetuksen vahvuudet ovat yhdenmukaisia aiempien tutkimuksien kanssa, joissa toiminnallisuuden on todettu tukevan oppimista, sitoutumista ja ymmärrystä (Kazmagambet ym., 2020; Lindt & Miller, 2017), joskaan nämä tutkimukset eivät tuo esille vahvuuksien tilannesidonnaisuutta.

Myös fyysisen aktiivisuuden kognitiivisia hyötyjä koskevat aiemmat tutkimukset saavat tukea (Hillman ym., 2008; Petrigna ym., 2022). Motivaation näkökulmasta toiminnallisuus näyttöä oppimista tukevana tekijänä, mikä vastaa Kazmagambetin ym. (2020) sekä Sonin (2025) tutkimuksia, joissa toiminnallinen oppiminen on lisännyt myönteisiä asenteita matematiikkaa kohtaan. Toisaalta aiemmissä tutkimuksissa on raportoitu myös ristiriitaisia tuloksia, joissa aktiivinen oppiminen ei ole vaikuttanut motivaatioon (Nurbavliyev ym., 2022). Tämä viittaa siihen, että motivaatio ei riipu yksin menetelmästä, vaan toteutustavasta ja opettajan pedagogisista ratkaisuista.

Toiminnallisuuden haasteet liittyvät erityisesti ajankäyttöön, suunnitteluun ja pedagogisen tavoitteen selkeyteen. Tulokset osoittavat, että toiminnallisuus voi helposti painottua tekemiseen oppimisen sijaan, mikäli ohjaus ei ole riittävä.

Toisaalta osa tähän tutkimukseen osallistuneista opettajista ei kokenut haasteita omassa opetuksessaan, vaikka tunnisti ilmiön. Näin ollen voidaan tulkita kokemuksen ja aiheeseen syvästi paneutumisen vähentävän opetuksellisia haasteita. Tätä vahvistaa aiempi tutkimus opettajan pedagogisen suunnittelun ja ohjauksen merkityksestä (Carbonneau ym., 2013; Koskinen & Pitkäniemi, 2020). Toiminnallisen opetuksen valmiudet rakentuvat ennen kaikkea kokemuksen ja käytännön kokeilujen kautta, eikä opettajankoulutuksen yksin koeta tarjoavan riittäviä valmiuksia. Tämä rinnastuu aiempiin havaintoihin, joissa toiminnallisen pedagogiikan osaamisen on todettu kehittyvän työuran aikana ja kollegiaalisen tuen avulla (Daly-Smith ym., 2020; Savolainen ym., 2018).

Havainnollistaminen näyttäytyy tässä tutkimuksessa keskeisenä ja monimuotoisena pedagogisena toimintana, joka rakentuu opettajan valinnoista, opetettavasta sisällöstä ja käytettävissä olevista resursseista. Se ei rajoitu yksittäisiin välineisiin, vaan sisältää opettajan valintojen mukaan digitaalisia materiaaleja, konkreettista mallintamista, suullista selittämistä ja visuaalisia esityksiä. Carbonneau ym. (2013) sekä Sillerin & Ahmadin (2024) tutkimukset kuvaavat havainnollistamisen vastaavasti opettajan, välineiden ja pedagogisen ohjauksen muodostamana kokonaisuutena, jossa yksittäinen menetelmä ei yksin määritä sen vaikuttavuutta. Tämän tutkimuksen perusteella havainnollistaminen ei ole irrallinen pedagoginen keino, vaan osa laajempaa matematiikan ymmärtämisen rakentumista.

Tulokset osoittavat, että havainnollistamista käytettiin lähes jatkuvasti erityisesti uusien sisältöjen opettamisessa ja ymmärryksen tukemisessa. Sen merkitys korostui alkuopetuksessa sekä abstraktien käsitteiden yhteydessä, mikä on linjassa aiemman tutkimuksen kanssa, jossa havainnollistamisen nähdään tukevan siirtymää konkreettisesta ajattelusta kohti abstraktia ymmärrystä (Koskinen & Pitkäniemi, 2022; Vygotsky, 1978). Voidaankin tulkita, että havainnollistamalla voidaan tehdä matemaattinen ajattelu näkyväksi ja helpommin lähestyttäväksi, mikä vahvistaa oppilaiden osallistumista ja ymmärryksen jäsentymistä.

Havainnollistaminen kytkeytyi aineiston perusteella myös oppilaiden motivaatioon. Se lisäsi kiinnostusta ja aktiivisuutta, erityisesti silloin kun opetettava sisältö voitiin liittää konkreettisiin esimerkkeihin tai visuaalisiin malleihin. Quigley (2021) ja Tjandra (2023) ovat todenneet havainnollistavien menetelmien tukevan oppilaiden

sitoutumista ja oppimismotivaatiota. Matematiikan oppimisessa tämä on keskeistä, sillä motivaatio on vahvasti yhteydessä oppimisen pitkäjänteisyyteen ja onnistumiseen (Aunola & Nurmi, 2018).

Havainnollistamisen vaikutukset eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä. Sen toteutus saattoi olla ajallisesti kuormittavaa tai pedagogisesti hajanaista, mikä heikensi sen tarkoituksenmukaisuutta. Myös Carbonneau ym. (2013) sekä Swan ja Marshall (2010) toteavat, ettei pelkkä välineiden tai visuaalisten esitysten käyttö takaa oppimista tai motivaation lisääntymistä, vaan keskeistä on niiden pedagoginen ohjaus ja tarkoituksenmukainen käyttö. Ilman selkeää tavoitetta havainnollistaminen voi jäädä irralliseksi tekemiseksi.

Havainnollistamisen valmiudet kehittyivät tutkimuksen mukaan ennen kaikkea kokemuksen, kollegiaalisen tuen ja käytännön kokeilujen kautta. Tämä täydentää aiempia havaintoja siitä, että opettajien osaaminen havainnollistamisen käytössä rakentuu pitkälti työelämässä eikä pelkästään koulutuksessa (Quigley, 2021; Uribe-Flórez & Wilkins, 2010). Opettajankoulutuksen itsessään voi näin ollen olla vaikea vaikuttaa aloittelevien opettajien kykyyn havainnollistaa opetusta, sillä käytännön kokemuksella on siihen keskeinen vaikutus.

Sanoittaminen näyttäytyi tässä tutkimuksessa tärkeänä matematiikan opetuksen välineenä, jonka avulla oppilaiden ajattelua jäsennettiin, ohjattiin ja tehtiin näkyväksi. Opettajien puhe ei rajoittunut selittämiseen, vaan siihen sisältyi oppilaiden aktiivista osallistamista kysymysten, keskustelujen ja perustelujen vaatimisen kautta. Tämä vastaa aiemman tutkimuksen näkemystä sanoittamisesta vuorovaikutteisena prosessina, jossa kieli toimii ajattelun rakentajana eikä vain sen ilmaisijana (Vygotsky, 1978; Planas ym., 2023), sekä korostaa kielen merkitystä käsitteiden jäsentämisessä ja ajattelun kehittymisessä (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018).

Tämän tutkimuksen tulokset ovat yhteneväisiä Tippen ym. (2025) sekä Koskisen ja Pitkäniemen (2020) tutkimusten kanssa myös siinä, että selkeä, täsmällinen ja oppilaan tasolle mukautettu puhe tukee ymmärtämistä. Tässä tutkimuksessa korostuneet arkikieleen kytkeytyvät esimerkit ja käsitteiden vaiheittainen avaaminen näyttäytyivät samansuuntaisesti merkityksellisinä kuin Planasin ym. (2024) sekä Joutsenlahden ja Tossavaisen (2018) tutkimuksissa, jossa selittämisen, nimeämisen ja keskustelun on todettu tukevan käsitteellistä oppimista ja osallistumista.

Opettajan puheen täsmällisyys, sopivan selitystason löytäminen ja eritasoisten oppilaiden huomioiminen osoittautuivat vaativiksi. Myös Tippe ym. (2025) ovat havainneet kielen monimutkaisuuden vaikutuksia ymmärtämiseen. Lisäksi aiemmassa tutkimuksessa on todettu opettajan liiallisen puheen voivan rajoittaa oppilaiden omaa ajattelua ja osallistumista (Planas ym., 2024), mikä näkyy myös tässä tutkimuksessa tasapainotteluna ohjauksen ja oppilaslähtöisyyden välillä. Sanoittamiseen täytyy kiinnittää huomiota, jotta se tukee oppimistavoitteita eikä jää irralliseksi puheeksi. Näin ollen opettajan tehtävä keskustelun ohjaajana korostuu. Keskustelu ei automaattisesti johda oppimiseen, vaan edellyttää pedagogista ohjausta (Sfard & Kieran, 2001).

Motivaation näkökulmasta sanoittaminen kytkeytyy oppilaiden osallisuuteen ja aktiiviseen toimijuuteen. Mahdollisuus ilmaista omaa ajattelua ja osallistua keskusteluun voi lisätä kiinnostusta matematiikkaa kohtaan myös Koskisen ja Pitkäniemen (2022) tutkimuksen mukaan. Tuohilammen ja Hannulan (2013) tutkimus korostaa, ettei pelkkä osallistuminen keskusteluun riitä, vaan keskeistä on puheen laatu ja sen yhteys käsitteelliseen ymmärtämiseen. Tämä käy ilmi myös tässä tutkimuksessa, sillä sanoittamisen arvon voidaan tulkita rakentuvan sen kyvystä ohjata ajattelua kohti matematiikan ydinsisältöjä.

Sanoittamisen valmiudet näyttäytyivät tässä tutkimuksessa pitkälti kokemuksen ja käytännön työn kautta kehittyvinä, mikä mukailee aiempaa tutkimusta (Tippe ym., 2025). Opettajan kyky mukauttaa kieltään, tulkita oppilaiden ymmärtämistä ja ohjata vuorovaikutusta rakentuu vähitellen työtä tehdessä. Tämä korostaa sanoittamisen kytkeytymistä opettajan pedagogiseen toimijuuteen ja tilanteiseen harkintaan. Sanoittaminen voidaan siten nähdä osana opettajan pedagogista asiantuntijuutta, jossa keskeistä ei ole vain matemaattisen sisällön hallinta, vaan myös kyky mukauttaa opetusta oppilaiden ymmärtämisen mukaisesti.

Tämän tutkimuksen tulokset sivuavat useaan otteeseen ryhmän dynamiikan merkitystä toiminnallisuudelle, havainnollistamiselle ja sanoittamiselle. Voidaan tulkita, että näiden työtapojen toimiva käyttö opetuksessa rakentuu pitkälti ryhmän sisäisen dynamiikan varaan. Tämän tutkimuksen perusteella luokan turvallinen ilmapiiri, jossa oppilaat uskaltavat ja pystyvät osallistumaan, mahdollistaa toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen vahvuuksien esiin tulemisen.

toisaalta dynamiikkaa haastavat tekijät tuovat mukanaan tässäkin tutkimuksessa ilmeneviä haasteita. Samankaltaisia nostoja tutkimuksessaan ovat tehneet myös Koskinen ja Pitkäniemi (2020) sekä Hannula ja Oksanen (2013).

Toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen käyttö opetuksessa edellyttää oppilaiden ohjaamista ja harjoittelua kyseisiin toimintatapoihin. Vastaava ilmiö näkyi myös Savolaisen ym. (2018) tuloksissa. Näin ollen opettajan tehtävä pedagogisten lähestymistapojen tietoisessa ja tavoitteellisessa käyttöönotossa korostuu. Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että kyseiset toimintatavat eivät ole oppilaille itsestään selviä, vaan ne rakentuvat vähitellen osaksi oppimista ja luokan yhteistä toimintakulttuuria toistuvan harjoittelun ja opettajan ohjauksen kautta. Näin ollen voidaan tulkita, että niiden hyödyntäminen ei ole pelkkä menetelmällinen valinta, vaan osa laajempaa pedagogista prosessia, jossa opettajan ja oppilaiden välinen vuorovaikutus on erityisen keskeistä.

Kokonaisuudessaan tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että toiminnallisuus, havainnollistaminen ja sanoittaminen näyttäytyvät matematiikan opetuksessa toisiinsa limittyvinä pedagogisina prosesseina. Niiden toimivuus rakentuu opettajan pedagogisen harkinnan, vuorovaikutuksen sekä oppimisympäristön varaan. Tulosten perusteella matematiikan oppimisen tukeminen muodostuu monipuolisten pedagogisten lähestymistapojen yhteisvaikutuksesta, jossa keskeistä on opettajan kyky mukauttaa opetusta oppilaiden tarpeiden, tilanteiden ja oppimisen tavoitteiden mukaisesti. Lisäksi tulokset viittaavat siihen, että turvallinen ja osallistava ryhmädynamiikka sekä oppilaiden motivaation tukeminen ovat merkittävässä asemassa näiden pedagogisten lähestymistapojen tarkoituksenmukaisessa toteutumisessa.

6.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimusprosessin lähtökohtana on luotettavuuden näkökulma (TENK, 2023). Tutkijan tehtävänä on tarkastella omia valintojaan luotettavuuden näkökulmasta sekä tutustua luotettavuuskriteereihin ja tutkimusmenetelmää koskeviin lainalaisuuksiin (Aaltio & Puusa, 2020). Luotettava tutkimus perustuu johdonmukaiseen ja perusteltuun tutkimusprosessiin, eli siihen, millaisia menetelmiä tutkimuksessa on käytetty ja kuinka hyvin ne on perusteltu sekä toteutettu suhteessa tutkimuksen

tarkoitukseen (Aaltio & Puusa, 2020). Tässä tutkimuksessa luotettavuutta tarkastellaan erityisesti vahvistettavuuden, siirrettävyyden ja tutkimusprosessin läpinäkyvyyden näkökulmista.

Tutkimusprosessia on pyritty kuvailemaan huolellisesti ja yksityiskohtaisesti läpi raportin, jotta lukija saa mahdollisimman selkeän kuvan tapahtumista (Shenton, 2004; Armstrong, 2010; Aaltio & Puusa, 2020). Tutkimusaiheeseen on tutustuttu huolellisesti, tutkimuksen käsitteet on määritelty mahdollisimman tarkasti sekä aiempi tutkimus esitelty kattavasti lähdekirjallisuuteen viitaten. Lisäksi menetelmävalinnat ovat johdettu tutkimuskysymyksestä ja valintojen soveltuvuus tälle tutkimukselle on esitelty. Haastattelurungon rakentamisessa on hyödynnetty teorian tietoa ja sen toimivuus on testattu esihaastattelun avulla. Myös tutkimuksen kohderyhmän valinta on perusteltu täsmällisesti ja haastattelut toteutettu systemaattisesti. Analyysiprosessi on avattu lukijalle mahdollisimman tarkasti ja tulokset on perustettu tutkimuksen aineistoon sekä niitä on verrattu aiempaan kirjallisuuteen.

Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana on usein tutkijan kiinnostus aihetta kohtaan ja tavoite kehittää tulkintoja, jotka tarjoavat syvällistä ymmärrystä aiheen parissa toimivien ihmisten kokemuksista (Armstrong, 2010). Myös tämä tutkimus toteutettiin omakohtaisen kiinnostuksen lähtökohdista. Tällöin on syytä kiinnittää huomiota ennakkokäsityksiin ja niiden mahdollisiin vaikutuksiin tutkimukselle. Aaltio ja Puusa (2020) painottavat objektiivisuutta osana tutkimuksen tekoa. Tutkijan tulee erottaa ennako-oletuksensa tutkimuskohteesta. Armstrongin (2010) mukaan laadullisen tutkimuksen teossa ei tarvitse niinkään pyrkiä objektiivisuuteen, vaan hän korostaa keinoja subjektiivisten kokemusten hallintaan ja ilmaisuun. Laadullisessa tutkimuksessa objektiivisuuden sijaan voidaan tarkastella vahvistettavuutta (Shenton, 2004).

Vahvistettavuudella tarkoitetaan tutkimuksen tulosten jäljitettävyyttä aineistoon ja osoitusta siitä, etteivät havainnot perustu vain tutkijan omiin oletuksiin tai mielipiteisiin (Lincoln & Guba, 1985). Tulosten vahvistettavuutta on pyritty ilmentämään tarkalla haastatteluaineiston kuvailulla sekä suorilla sitaateilla. Lisäksi analyysimenetelmien huolellisella kuvailulla sekä runsailla ja asianmukaisilla viitteillä menetelmäkirjallisuuteen on tavoiteltu luotettavuutta. Aiempien tutkimusten tuloksia on käytetty tämän tutkimuksen tulosten arviointiin (Shenton, 2004; Lincoln & Guba,

1985). Tuloksia on pyritty vertaamaan niin vastaaviin, kuin ristiriitaisiinkin tutkimuksiin. Tutkimuksen vahvistettavuutta on tuettu myös hyödyntämällä tutkielmaseminaareista ja opponenteilta saatua palautetta, joissa tutkimuksen tulkintojen ja johtopäätösten perusteltavuutta on arvioitu ulkopuolisten toimesta (Shenton, 2004; Lincoln & Guba, 1985).

Osana tutkimusprosessin läpinäkyvyyttä ja luotettavuuden arviointia on perusteltua tuoda esiin myös tekoälyn hyödyntäminen tutkimuksen toteutuksessa. Tässä tutkielmassa on hyödynnetty tekoälyä tutkimusprosessin tukena kielenhuollossa, vaihtoehtoisten ilmaisutapojen ja sanavalintojen ideoinnissa sekä vieraskielisen lähdekirjallisuuden kääntämisessä suomen kielelle. Tutkimustulosten osalta tekoälyä on käytetty apuna jo tuotettujen tulosten tiivistämisessä ja keskeisten sisältöjen hahmottamisessa, eli eräänlaisena työkaluna pääkohtien tunnistamiseen ja yhteenvedon jäsentämiseen. Kaikki sisällölliset ratkaisut, tulkinnat ja lopulliset valinnat ovat tutkijan itsensä tekemiä. Tekoälyn tuottamaa sisältöä on tarkasteltu kriittisesti, eikä sitä ole käytetty sellaisenaan ilman arviointia ja tarvittavaa muokkausta. Näin on pyritty varmistamaan työn tieteellinen luotettavuus ja läpinäkyvyys sekä tutkimuksen tulkintojen ja johtopäätösten perustumien tutkijan omaan arviointiin ja tutkimusaineistoon.

Tutkimustulosten suora yleistettävyyys eli siirtäminen muihin yhteyksiin ei laadullisessa tutkimuksessa ole useinkaan mahdollista, sillä ilmiöt ovat vahvasti konteksteihinsa sidottuja (Lincoln & Guba, 1985; Shenton, 2004). Tuloksia ei näin ollen voida suoraan yleistää uusiin tilanteisiin, vaan niiden soveltuvuus täytyy arvioida vertaamalla kontekstien keskeisiä piirteitä (Lincoln & Guba, 1985). Sen vuoksi siirrettävyys ei perustu pelkästään siihen, että tutkimus on tehty huolellisesti tai että otos on edustava, vaan siihen, miten hyvin eri tilanteet vastaavat toisiaan olennaisten tekijöiden osalta (Lincoln & Guba, 1985). Kuitenkin tässä tutkimuksessa kuvailtujen kontekstien ja toteutustapojen perusteella lukija voi tehdä arvion tulosten siirtämisestä muihin tilanteisiin (Shenton, 2004; Lincoln & Guba, 1985).

Tutkimuksen toistettavuuden kannalta tutkimusprosessin kuvaileminen on jälleen ensiarvoisen tärkeää (Shenton, 2004). Tutkimusasetelma ja sen toteutus, aineistonkeruun käytännöt sekä tutkimuksen reflektointi on tuotu selkeästi ilmi tässä tutkimuksessa, jolloin samanlaisessa kontekstissa samankaltaisten tulosten

saaminen voi olla mahdollista (Shenton, 2004). Laadullisen tutkimuksen kentällä toistettavuus on usein liiallinen huolenaihe, luotettavuus perustuu ennen kaikkea tutkimusprosessin läpinäkyvyyteen ja huolelliseen dokumentointiin, ei niinkään täydelliseen toistettavuuteen (Shenton, 2004).

6.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimusprosessin sivutuotteena syntyy usein uusia tutkimuskysymyksiä tai -ideoita (Armstrong, 2010). Tämän tutkimuksen perusteella on tarpeen tutkia tarkemmin, miten toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen menetelmät yhdistyvät arjen opetustilanteissa. Tässä tutkimuksessa niitä on tarkasteltu rinnakkain kuvailevasta näkökulmasta, mutta jatkossa olisi perusteltua tutkia myös niiden välistä dynamiikkaa ja opettajien pedagogisten valintojen taustoja menetelmien käytölle. Jatkotutkimuksissa olisi lisäksi hyödyllistä tarkastella, millaisissa tilanteissa ja millä tavoin eri menetelmät tukevat oppimista erilaisissa oppilasryhmissä. Erityisesti ryhmädynamiikan ja oppilasryhmän turvallisuuden näkökulmat voisivat olla kiinnostavia. Tämän tutkimuksen aineisto osoitti menetelmien toimivuuden olevan kontekstisidonnaista, mikä korostaa tarvetta tarkemmalle tilanteiden ja ryhmien tarkastelulle. Kaiken kaikkiaan jatkotutkimusten kannalta olisi keskeistä siirtyä yksittäisten menetelmien tarkastelusta kohti niiden yhteiskäyttöä opetuksessa, jotta matematiikan opetuksen arjen monimuotoisuus hahmottuisi selkeämmin.

Toiminnallisuutta, havainnollistamista ja sanoittamista on tutkittu matematiikan alalla runsaasti, mutta menetelmiä yhdistävää tutkimusta on saatavilla verrattain vähän. Kun huomioidaan näiden menetelmien tiivis yhteys toisiinsa, olisi yhteisvaikutusten ja päällekkäisyyden systemaattinen tarkastelu tarpeen. Ilman tällaista tarkastelua on vaikea hahmottaa, mikä merkitys yksittäisillä menetelmillä on osana laajempaa opetuskokonaisuutta.

Lähteet

- Aaltio, I. & Puusa, A. (2020). Mitä laadullisen tutkimuksen arvioinnissa tulisi ottaa huomioon? Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 177–188). Gaudeamus.
- Archibald, M. M., Ambagtsheer, R. C., Casey, M. G., & Lawless, M. (2019). Using zoom videoconferencing for qualitative data collection: Perceptions and experiences of researchers and participants. *International Journal of Qualitative Methods*, 18.
<https://doi.org/10.1177/1609406919874596>
- Armstrong, J. (2010). Naturalistic inquiry. Teoksessa N. J. Salkind (toim.), *Encyclopedia of research design* (s. 880–885). SAGE
- Aunola, K. & Nurmi, J.-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluikässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen, *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 54–69). Niilo Mäki Instituutti.
- Bartholomew, J. & Jowers, E. (2011). Physically active academic lessons in elementary children. *Preventive medicine*, 52, 51–54. [10.1016/j.ypmed.2011.01.017](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.017)
- Boggan, M., Harper, S. & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, 3(1), 1–6.
- Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Frédérique, L., Dehler Zufferey, J. & Mondada, F. (2021). Investigating the Role of Educational Robotics in Formal Mathematics Education: The Case of Geometry for 15-Year-Old Students. Teoksessa T. De Laet, R. Klemke, C. Alario-Hoyos, I. Hilliger & A. Ortega-Arranz, *Technology-Enhanced Learning for a Free, Safe, and Sustainable World* (s. 67–81). Cham: Springer.
- Carbonneau, K., Marley, S. & Selig, J. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380–400. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Cicuto, C. & Torres, B. (2016). Implementing an active learning environment to influence students' motivation in biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(6), 1020–1026.
[10.1021/acs.jchemed.5b00965](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00965)
- Culp, B., Oberlton, M., & Porter, K. (2020). Developing Kinesthetic Classrooms to Promote Active Learning. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 91(6), 10–15.
<https://doi.org/10.1080/07303084.2020.1768178>
- Daly-Smith, A., Quarmby, T., Archbold, V.-S.-J., Routen, A.-C., Morris, J.-L., Gammon, C., Bartholomew, J.-B., Geir, K.-R., Llewellyng, B., Allmana, R. & Dorling, H. (2020). Implementing physically active learning: Future directions for research, policy, and practice. *Journal of Sport and Health Science*, 9(1), 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.05.007>
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: Macmillan.

- Dyrstad, S.-M., Kvalø, S.-E., Alstveit, M. & Skage, I. (2018). *Physically active academic lessons: acceptance, barriers and facilitators for implementation*. BMC public health. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5205-3>
- Edens, K. & Potter, E. (2013). An Exploratory Look at the Relationships among Math Skills, Motivational Factors and Activity Choice. *Early Childhood Education Journal*, 41(3), 235–243. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0540-y>
- Elo, S., Kajula, O., Tohmola, A. & Kääriäinen, M. (2022). Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen. *Hoitotiede*, 34(4), 215–225.
- Elo S. & Kyngäs H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing* 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Eskola, J. (2010). Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat: laadullisen aineiston analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola, *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2 – Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin* (s. 179–203). PS-kustannus.
- Eskola, J., Lätti, J. & Vastamäki, J. (2018). Teemahaastattelu: lyhyt selviytymisopas. Teoksessa R. Valli, *Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu : virikkeitä aloittelevalle tutkijalle* (s. 27–51). PS-kustannus.
- Flaten, L. (2026). Second graders' multimodal reasoning in playful inquiry-based mathematics activities. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 14(2). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.14.2.2751>
- Günther, K., Hasanen, K. & Juhila, K. (2021). Johdanto: Analyysi ja tulkinta. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metodimaopetus/kvalif/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/> (Luettu 20.3.2026).
- Haapala, E., Kantomaa, M., Kujala, T., Jaakkola, T. & Tammelin, T. (2017). Liikunnan ja oppimisen vuorovaikutusta kartoittamassa. *Liikunta ja tiede*, 54(4), 4-9.
- Hannula, M. & Oksanen, S. (2013). Opettajamuuttujien yhteys osaamisen muutokseen. Teoksessa J. Metsämuuronen, *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005–2012*. Opetushallitus.
- Have, M., Nielsen, J., Ernst, M., Gejl, A., Fredens, K., Grøntved, A. & Kristensen, P. (2018). Classroom-based physical activity improves children's math achievement – A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 13(12). [10.1371/journal.pone.0208787](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208787)
- Hillman, C., Erickson, K., & Kramer, A. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65.

- Horan, E. & Carr, M. (2018). How Much Guidance Do Students Need? An Intervention Study on Kindergarten Mathematics with Manipulatives. *International Journal of Educational Psychology*, 7(3), 286–316. [10.17583/ijep.2018.3672](https://doi.org/10.17583/ijep.2018.3672)
- Hyvärinen, M. (2017). Haastattelun maailma. Teoksessa M. Hyvärinen, P. Nikander & J. Ruusuvoori, *Tutkimushaastattelun käsikirja*. (s. 11–45) Vastapaino.
- Hyvärinen, M., Suoninen, E. & Vuori, J. (2021). Haastattelut. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/> (Luettu 20.3.2026).
- Jiménez-Silva, M., Martin, R., Restani, R., Abdelrahim, S., & Albano, T. (2025). Supporting Multilingual Students' Mathematical Discourse Through Teacher Professional Development Grounded in Design-Based Research: A Conceptual Framework. *Education Sciences*, 15(6), 778. <https://doi.org/10.3390/educsci15060778>
- Joutsenlahti, J. (2003). Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Tampereen yliopisto, Hämeenlinna. <http://www.joutsenlahti.net/Languaging.pdf> (Luettu 11.7.2025).
- Joutsenlahti, J. & Tossavainen, T. (2018). Matemaattisen ajattelun kielentäminen ja siihen ohjaaminen koulussa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen, *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 410–431). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Juhila, K. (2021). Koodaaminen. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/koodaaminen/> (Luettu 20.3.2026).
- Juuti, P. & Puusa, A. (2020). Johdanto. Mitä laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan? Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 9–20). Gaudeamus.
- Vuori, J. (2021). Yleiset analyysitavat. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/yleiset-analyysitavat/> (Luettu 20.3.2026).
- Kablan, Z. (2016). The effect of manipulatives on mathematics achievement across different learning styles. *Educational Psychology*, 36(2), 277–296.
- Kazmagambet, B., Ibraimova, Z. & Kaymak, S. (2020). The Effect of Active Learning Method on Students' Academic Success, Motivation and Attitude towards Mathematics. *Proceedings Of International Young Scholars Workshop*, 9. 701–713.
- Killian, M. & Bastas, H. (2015). The effects of an active learning strategy on students' attitudes and students' performances in introductory sociology classes. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 15(3), 53–67.

- Koskinen, R. & Pitkäniemi, H. (2020). Matematiikan opetus mielekkään oppimisen edistämiseksi. *Ainedidaktiikka*, 4(1), 79–98.
- Koskinen, R. & Pitkäniemi, H. (2022). Meaningful Learning in Mathematics: A Research Synthesis of Teaching Approaches. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/11715>
- Kuula-Luumi, A. (2021a). Laadullisen aineiston anonymisointi. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/laadullisen-aineiston-anonymisointi/> (Luettu 20.3.2026).
- Kuula-Luumi, A. (2021b). Tutkimuslupa, suostumus, informointi ja tietosuoja. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimuslupa-suostumus-informointi-ja-tietosuoja/> (Luettu 20.3.2026).
- Lerum, Ø., Tjomsland, H.-E., Leirhaug, P.-E., McKenna, J., Quaramby, T., Bartholomew, J., Jensen, E.-S., Daly-Smith, A. & Resaland, G.-K. (2021). The conforming, the innovating and the connecting teacher: A qualitative study of why teachers in lower secondary school adopt physically active learning. *Teaching and Teacher Education*, 105, 103434. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103434>
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. 1985. *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park: SAGE Publications. 289–331. [http://dx.doi.org/10.1016/0147-1767\(85\)90062-8](http://dx.doi.org/10.1016/0147-1767(85)90062-8)
- Lindt, S. & Miller, S. (2017). Movement and learning in elementary school. *Phi Delta Kappan*, 98(7), 34–37. <https://doi.org/10.1177/0031721717702629>
- Locuniak, M. & Jordan, N. (2008). Using Kindergarten Number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of learning disabilities*, 41(5), 451–459. <https://doi.org/10.1177/0022219408321126>
- Marshall, L. & Swan, P. (2008). Exploring the use of mathematics manipulative materials: is it what we think it is?. In the Proceedings of the EDU-COM 2008 International Conference. Sustainability in Higher Education: Directions for Change, Edith Cowan University, Perth Western Australia, 19–21 November 2008.
- Metsämuuronen, J. (2013). Matemaattisen osaamisen muutos perusopetuksen luokilla 3–9. Teoksessa J. Metsämuuronen, *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005–2012*. (s. 65-172) Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/150841_perusopetuksen_matematiikan_oppimistulosten_pitkittaisarviointi_vuosina_20051.pdf (Luettu 16.6.2025).

- Metsämuuronen, J. 2006. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Gummerus, 15–78.
- Mullender-Wijnsma, M., Hartman, E., de Greeff, J., Doolaard, S., Bosker, R. & Visscher, C. (2016). Physically Active Math and Language Lessons Improve Academic Achievement: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*, 137(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2015-2743>
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Executive summary: Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf (Luettu 4.5.2026).
- Nurbavliyev, O., Kaymak, S. & Sydykov, B. (2022). The Effect Of Active Learning Method On Students' Academic Success, Motivation And Attitude Towards Mathematics. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 18(2), 701–713.
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf (Luettu 5.6.2025).
- Opetushallitus. (2025) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014: 104/011/2014, 1.8.2026 voimaan tulevat perusteet.
<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/perusopetus/419550/tekstikappale/10017232> (Luettu 11.2.2026).
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (2023). *PISA 2022: Osaaminen heikentynyt Suomessa ja lähes kaikissa muissa OECD –maissa*. Valtioneuvosto. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410845/pisa-2022-osaaminen-heikentynyt-suomessa-ja-lahes-kaikissa-muissa-oecd-maissa> (Luettu 5.8.2025).
- Petrigna, L., Thomas, E., Brusa, J., Rizzo, F., Scardina, A., Galassi, C., . . . Bellafiore, M. (2022). Does Learning Through Movement Improve Academic Performance in Primary Schoolchildren? A Systematic Review. *Frontiers in pediatrics*, 10.
<https://doi.org/10.3389/fped.2022.841582>
- Planas, N., Adler, J. & Mwadzaangati, L. (2023). What is mathematics teaching talk for? A response based on three sites of practice in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 55, 521–534. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01452-5>
- Planas, N., Alfonso, J., Arnal-Bailera, A. & Martín-Molina, V. (2024). Mathematical naming and explaining in teaching talk: Noticing work with two groups of mathematics teachers. *ZDM Mathematics Education*, 56, 1211–1222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01576-w>
- Puusa, A. (2020a). Haastattelutyypit ja niiden metodiset ominaisuudet. Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 103–117). Gaudeamus.
- Puusa, A. (2020b). Näkökulmia laadullisen aineiston analysointiin. Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 145–156). Gaudeamus.

- Puusa, A. & Juuti, P. (2020a). Laadullisen tutkimuksen olemus. Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 75–85). Gaudeamus.
- Puusa, A. & Juuti, P. (2020b). Laadullisen tutkimuksen tieteenfilosofinen tausta. Teoksessa A. Puusa, P. Juuti & I. Aaltio, *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (s. 25–40). Gaudeamus.
- Quigley, M. (2021). Concrete Materials in Primary Classrooms: Teachers' Beliefs and Practices about How and Why they are Used. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(2), 59–78.
- Ranta, J. & Kuula-Luumi, A. (2017). Haastattelun keruun ja käsittelyn ABC. Teoksessa M. Hyvärinen, P. Nikander & J. Ruusuvuori, *Tutkimushaastattelun käsikirja*. (s. 413–426) Tampere: Vastapaino.
- Reed, J., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S., Gross, V. & Kravitz, J. (2010). Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(3), 343–351. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.343>
- Ruusuvuori, J. & Nikander, P. (2017). Haastatteluaineiston litterointi. Teoksessa M. Hyvärinen, P. Nikander & J. Ruusuvuori, *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Tampere: Vastapaino. E-kirja.
- Savolainen, F.-M., Jyrkiäinen, A. & Eskola, J. (2018). Toiminnallinen opetus opettajan arjessa. Teoksessa J. Eskola, I. Nikanto & S. Virtanen (toim.), *Aikamme kasvatus: vain muutos on pysyvää?: 14 eläytymismenetelmätkimusta* (s. 165–186). Tampere University Press.
- Sfard, A. & Kieran, C. (2001). Cognition as Communication: Rethinking Learning-by-Talking Through Multi-Faceted Analysis of Students' Mathematical Interactions. *Mind, Culture, and Activity*, 8(1), 42–76. https://doi.org/10.1207/S15327884MCA0801_04
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information*, 22(2), 63–75. <https://doi.org/10.3233/EFI-2004-22201>
- Siller, H.-S. & Ahmad, S. (2024). The Effect of Concrete and Virtual Manipulative Blended Instruction on Mathematical Achievement for Elementary School Students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 24, 229-266. <https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y>
- Simon, M. A. (2022). Contributions of the learning through activity theoretical framework to understanding and using manipulatives in the learning and teaching of mathematical concepts. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 100945. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100945>
- Son, H. (2025). The Impact of Movement-Integrated Instruction on Physical Literacy Development in Elementary Students. *Education Sciences*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/educsci15050545>
- Swan, P. & Marshall, L. (2010). Revisiting Mathematics Manipulative Materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 13–19.

- Tjandra, C. (2023). Effectiveness of using manipulatives in mathematics teaching in inclusive education programs in an elementary school. *Dharmas Education Journal*, 4(1), 168–178.
- Tippe, C., Cruz Neri, N., Kuhl, P., Retelsdorf, J. (2025). From verbal complexity to student success: understanding the role of linguistic features in teachers' oral classroom explanations. *European Journal of Psychology of Education*, 40(88). <https://doi.org/10.1007/s10212-025-00992-0>
- Tossavainen, T. (2007). Matematiikan kieliaspekti ja matematiikkakuva. Teoksessa A. Niikko, I. Pellikka & E. Savolainen, *Oppimista, opetusta, monitieteellisyyttä. Kirjoituksia Kuninkaankartanonmäeltä* (s. 233–243). Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Tuohilampi, L. & Hannula, M. (2013). Matematiikkaan liittyvien asenteiden kehitys sekä asenteiden ja osaamisen välinen vuorovaikutus 3., 6. Ja 9. luokalla. Teoksessa J. Metsämuuronen, *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005–2012*. (s. 234–254). Opetushallitus.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi.
- Tutkimuseettien neuvottelukunta [TENK]. (2023). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. (Luettu 2.3.2026)
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta [TENK]. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa*. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. Helsinki. (Luettu 2.3.2026)
- Ukdem, S. & Çetin, H. (2022). Investigating the impact of interventions using concrete and virtual manipulatives on 3rd grade students' fraction concept and motivation. *International Online Journal of Education and Teaching*, 9(3), 1113–1131.
- Uribe-Flórez, L. & Wilkins, J. (2010). Elementary School Teachers' Manipulative Use. *School Science and Mathematics*, 110(7), 363–371. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00046.x>
- Vetter, M., O'Connor, H., O'Dwyer, N., Chau, J. & Orr, R. (2019). 'Maths on the move': Effectiveness of physically-active lessons for learning maths and increasing physical activity in primary school students. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(8), 735–739. [10.1016/j.jsams.2019.12.019](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.12.019)
- Vetter, M., O'Connor, H., O'Dwyer, N. & Orr, R. (2018). Learning "Math on the Move": Effectiveness of a Combined Numeracy and Physical Activity Program for Primary School Children. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(7), 492–498. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0234>
- Vuori, J. (2021). Laadullinen sisällönanalyysi. Teoksessa J. Vuori, *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallonanalyysi/> (Luettu 20.3.2026).

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*.

Teoksessa M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. Harvard University Press.

Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K. & Hesketh, K.-D. (2017). Effect of classroom- based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *International Journal Behavioural Nutrition and Physical Activity* 14, 114. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0569-9>

Liitteet

Liite 1. Haastattelurunko

Taustatiedot:

Kertoisitko itsestäsi:

- Mikä on koulutustaustasi? Mitä olet opiskellut?
- Mikä on ammattiasemasi tällä hetkellä? Opetatko tällä hetkellä matematiikkaa, jos et, kauanko viimeisestä opetuksesta on?
- Työkokemus vuosina? Kuinka pitkään olet opettanut matematiikkaa luokanopettajana ja/tai aineenopettajana yläkoulussa? Minkä ikäisiä oppilaita opetat pääsääntöisesti?

Kokemuksia matematiikan opettamisesta

1. Kuvaile, kuinka sinä opetat matematiikkaa.
- Miten tunnit etenevät, mitä asioita painostat?
 - Voisitko kuvata esimerkkitunnin tai sinulle tyypillisen matematiikan tunnin?

Toiminnallisuudesta

2. Mitä ajattelet toiminnallisesta opettamisesta? Entä oppimisesta?
3. Mitä toiminnallinen opetus tarkoittaa sinulle käytännössä? Millaisia piirteitä tai toimintatapoja siihen kuuluu?
4. Millaisia oppilaita toiminnallisuus tukee? Miten?
5. Onko oppilaita, joille toiminnallinen työskentely ei tunnu sopivan yhtä hyvin? Miksi luulet, että näin on?
6. Mitä sisältöjä pidät toiminnalliseen opetukseen soveltuvina, ja mitä niistä itse opetat toiminnallisesti? Miksi juuri nämä?
7. Millaisia vahvuuksia ja haasteita toiminnallisessa opetuksessa on, ja miten tasapainoilet niiden välillä?

Havainnollistamisesta

8. Miten määrittelisit matematiikan havainnollistamisen omassa opetuksessasi?
 - Voisitko antaa esimerkin opetustilanteesta, jossa käytät havainnollistamista?
9. Millaisilla keinoilla havainnollistat opetusta?
 - Millaisia apuvälineitä käytät havainnollistamiseen?
 - Millaisia asioita havainnollistavia apuvälineitä käyttäessä täytyy huomioida? (esim. kuvat, esineet, digitaaliset työkalut, liikkeellinen havainnollistaminen)
10. Milloin käytät havainnollistavaa materiaalia?
11. Mitä hyötyjä havainnollistamisesta on? Miksi pidät sitä (tai et pidä sitä) hyödyllisenä?
12. Millaisia haasteita havainnollistaminen sisältää?
13. Millaisia oppilaita havainnollistaminen tukee?
14. Milloin havainnollistaminen voi olla haitaksi? Miksi?
15. Mitkä tekijät (esim. aika, ryhmäkoko, välineet, oma osaaminen) vaikuttavat siihen, kuinka paljon ja millä tavoin havainnollistat matematiikan opetusta?

Sanoittamisesta

16. Mitä sanoittaminen tarkoittaa sinulle matematiikan opetuksessa? Millainen tehtävä sillä on ja mihin sillä pyritään?
17. Miten käytät sanoittamista matematiikan opetuksessa?
 - Millaisia asioita sanoitat, miten?
 - Onko sinulla erilaisia keinoja?
 - o Oma puhe, kysymykset, ajatukset, oppilaiden oma sanoittaminen?
 - Voisitko antaa esimerkin opetustilanteesta?
18. Mihin asioihin kiinnität huomiota, kun sanoitat opetustasi?

19. Onko sinulla asioita, joita vältät sanoittaessasi opetustasi? Millaisia asioita?

20. Mitä hyötyjä tai haasteita olet havainnut sanoittamisessa? Voisitko kertoa esimerkin tilanteesta, jossa sanoittaminen auttoi oppilaita ymmärtämään jonkin asian?

OPETTAJIEN KÄSITYKSIÄ havainnollistamisen/sanoittamisen/toiminnallisuuden
VAIKUTUKSESTA OPPILAAN ASENTEISIIN & MOTIVAATIOON:

21. Millaisia asenteita olet kohdannut matematiikan oppimiseen liittyen?

22. Miten suhtaudut erilaisiin asenteisiin?

23. Millä tavoin pyrit vaikuttamaan oppilaiden asenteisiin?

24. Millaisia asenteita olet kohdannut havainnollistamiseen / sanoittamiseen / toiminnallisuuteen liittyen?

25. Miten motivoit oppilaita? Millaisia vaikutuksia ajattelet motivoinnilla olevan?

26. Miten arvioisit toiminnallisuuden, havainnollistamisen ja sanoittamisen vaikutusta oppilaiden suhtautumiseen matematiikkaan?

27. Oletko huomannut eroja oppilaiden motivaatiossa tai asenteissa silloin, kun käytät enemmän havainnollistamista, sanoittamista tai toiminnallisia menetelmiä? Millaisia?

28. Jos kehittäisit opetustasi näiden menetelmien osalta, mitä muuttaisit tai kehittäisit jatkossa?

Vapaa sana, täydennettävää?