

ALKUOPETUSIKÄISEN VALMIUS REFLEKTOIDA MATEMAATTISESSA ONGELMANRATKAISUTILANTEESSA

Lasse Eronen & Susanna Toikka

Itä-Suomen yliopisto

TIIVISTELMÄ

Reflektiotaito, eli yksilön taito tietoisesti pohtia muun muassa omia tunteitaan, on keskeinen matemaattisten taitojen kehittymisen näkökulmasta. Tässä tapaustutkimuksessa haastattelimme alkuopetusikäisiä (n=23) heti ongelmanratkaisutilanteen jälkeen. Tarkastelemalla oppilaiden sanoittamia tunteita ongelmanratkaisutilanteesta, matematiikasta ja sen opiskelusta selvitimme niin oppilaiden reflektiotaitoa kuin sanoitettuja tunteita. Analyysi tuotti neljä eri tasoista reflektiotaitoryhmää. Nämä reflektiotaitoryhmät myötäilevät teoriassa esitettyjä reflektiotaitokuvauksien alimpia tasoja, joka osoittaa reflektioinnin harjoittelun merkityksen alkuopetuksessa. Tutkimus vahvisti, että matematiikkaa ja erityisesti sen opiskelua käsittelevät tilanteet tarjoavat oppilaille mahdollisuuden harjoitella reflektiota tilanteiden tarjoaman kokemuksellisuuden ja niiden tuottaman tunnevaihtelun myötä.

JOHDANTO

Reflektio on tärkeä taito muuttuvassa yhteiskunnassa, jonka takia se on nostettu keskiöön myös perusopetuksen opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2014). Reflektiotaidon kehittymistä on katsottu voitavan tukea formatiivisen arvioinnin keinoin. Tämän seurauksena oppimisprosessien jälkeisen eli summatiivisen arvioinnin rinnalle on noussut yhä merkittävämmiin formatiivisen arvioinnin sisältämä oppilaan itsearviointi (Black, Harrison, Lee, Marshall & William, 2003). Arvioinnin näkökulmasta oppilaan itsearviointi tarkoittaa, että oppilas kykenee perustellusti ja monipuolisesti refleктоimaan omaa työskentelyään ja oppimistaan havaitakseen niissä sekä vahvuuksia että kehittämiskohteita (Andrade & Valtcheva, 2009).

Oppilaan itsearvioinnin harjoittelulla on myönteisiä vaikutuksia niin oppimistuloksille (esim. Clark, 2012; Korpinen ym., 2003; Lew ym., 2010; Postareff ym., 2012; Tan, 2007) kuin oppilaan itsetunnolle (Korpinen ym., 2003). Itsearviointia harjoitellessa oppilas oppii säätelemään oppimistaan ja arvioimaan saavuttamia tuloksia suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Nämä taidot johtavat vuorostaan itseohjautuvaan opiskeluun, jossa oppija itse määrittää oppimisensa tarpeet sekä kontrolloi tavoitteiden toteutumista. (Clark, 2012.) Itseään arvioidessa yksilö oppii asettamaan mielekkäitä ja saavutettavia tavoitteita,

joiden saavuttaminen lisää motivaatiota. Tavoitteita saavuttaessa oppilaan itsetunto kasvaa, sillä oppilas kykenee tunnistamaan omaan oppimiseensa liittyviä vahvuuksia ja kehittämiskohteita. (Korpinen ym., 2003.)

Itsearviointin harjoittamisen on todettu kehittävän reflektiotaitoa. Toisaalta reflektio on taito, jota tarvitaan onnistuneen itsearviointin toteutumiseen. (Andrade and Valtcheva, 2009; McMillan & Hearn, 2008.) Reflektiotaidolle on esitetty monenlaisia määritelmiä (ks. Andrade & Valtcheva, 2009; Clará, 2015; McMillan & Hearn, 2008). Vallalla olevissa määritelmissä korostetaan reflektion ja kokemuksen suhdetta: reflektio on kokemuksen käsittelyä (Boud ym., 1985). Useat määritelmät (Andrade & Valtcheva, 2009; Clará, 2015) tarkentavat vielä edellä esitettyä jäsentelyä siten, että reflektio on ajatusprosessi, jossa oppijat käsittelevät kokemustaan usein eri tavoin, kuten tutkimalla ymmärrystään siitä, mitä he tekevät, miksi he tekevät sitä ja miten sillä on vaikutusta heille itselleen.

Tarkastelemme reflektiotaidon merkitystä oppilaalle perustuen ajatteluun, jossa reflektiotaito edeltää ja pohjustaa jäsentynyttä itsearviointia. Tällöin reflektiotaidon, eli tietoisien ja kriittisten tunteiden, ajatusten, työskentelytottumusten, oppimisen sekä toimintatapojen pohdinnan (Clará, 2015), ajatellaan olevan edellytys onnistuneen itsensä arvioinnin toteutumiselle. Katsomme matematiikan opiskelun ja ongelmanratkaisun soveltuvan hyvin reflektiotaidon harjoitteluun kahdesta syystä. Ensinnäkin tunteiden reflektointi on luonnollinen osa matematiikan opiskelua, sillä tunteiden merkitys osana matematiikan opiskelua (Hannula, 2015) ja erityisesti ongelmanratkaisua on tunnistettu (Haapasalo, 2011). Toisekseen reflektion kannalta keskeistä on saatujen kokemusten runsaus (Reinholz, 2016), joiden tarjoamiseen matematiikka oppiaineena luo hyvät mahdollisuudet.

TAUSTAA

Reflektiotaito matemaattisessa ongelmanratkaisutilanteessa

Reflektiotaitoa hyödyntäen on mahdollista tuoda esiin oppilaan aiemmin mahdollisesti tiedostamattomat ajatukset ja asenteet (Haapasalo, 2011). Oppilaan asenteen on havaittu vaikuttavan matematiikan oppimiseen etenkin tilanteissa, joissa opittava asia tai tehtävä osoittautuu haastavaksi (esim. DeBellis & Goldin, 2006; Rösken ym., 2007). Edellisten tutkimusten mukaan oppilas, jolla on myönteinen kuva itsestään matematiikan oppijana ja matematiikasta oppiaineena, usein jaksaa uurastaa hankalan tehtävän parissa pitkään. Puolestaan oppilas, joka kokee olevansa huono matematiikassa, eikä näe matematiikkaa tärkeänä, jättää useimmiten tehtävän kesken jo lyhyen yrittämisen jälkeen.

Reflektiota apuna käyttäen voidaan saavuttaa uutta tietoa myös oppilaan kognitiivisesta toiminnasta. Esimerkiksi observoimalla oppilaan reflektointitaitoa on mahdollista saavuttaa tietoa siitä, minkälainen oppilaan ymmärrys opittavasta aiheesta on. Martin ym. (2017) ovat tutkineet neljännen vuosiluokan oppilaiden tuottamia kirjallisia reflektioita matematiikan tuntien aikana opetuksen suuntaamisen näkökulmasta. Tutkimuksessa todetaan, että

tuotetut reflektiot auttavat opettajaa kohdentamaan opetuksensa yksilöllisemmin oppilaiden tukea tarvitseviin osa-alueisiin.

Reflektiotaidon ja matematiikan yhteys on tunnustettu useissa tutkimuksissa (ks. Dubinsky & Wilson, 2013; MacGregor & Price, 1999; Martin ym., 2017; National Council of Teachers of Mathematics, 2014; Reinholz, 2016; Simon ym., 2004; Tanner & Jones, 2000). Tutkimuksissa on havaittu reflektiotaidon (Reinholz, 2015; 2016; Yrjönsuuri, 2007) ja itseohjautuvasti toimimisen (Fuchs, ym., 2003; Kramarski ym., 2009) kuvaavan taitavaa ongelmanratkaisijaa. Koska ongelmanratkaisuprosessi sisältää monia reflektiota vaativia toimintoja, vaikuttaa reflektiotaidon kehittyminen myönteisesti myös ongelmanratkaisutaitoon (Reinholz, 2015). Reflektion myötä vahvistuu taito tarkastella omaa toimintaa kriittisesti, mikä edesauttaa sopivien strategioiden valitsemista ja niiden käyttämistä käsiteltävän ongelman ratkaisemiseksi (Fuchs ym., 2003). Tällainen menettelytapa auttaa oppijaa ymmärtämään ja ohjaamaan omaa kognitiivista toimintaa (Kramarski ym., 2009).

Matematiikka ja matemaattinen ongelmanratkaisu voivat tarjota mielekkäitä reflektiotaidon harjoittelutilanteita, sillä matematiikka on osana oppilaiden oppimisprosesseja koulun alusta alkaen. Lisäksi matemaattiseen ongelmanratkaisuun keskittyvä tutkimus on osoittanut tunteiden olevan olennainen osa ongelmanratkaisuprosessia (ks. Eronen & Kärnä, 2018; Hannula, 2015). Ongelmanratkaisu mahdollistaa tunnevaihtelun loogis-kognitiivisen ristiriitatilanteen myötä tarjoten varsin luonnollisen tilanteen reflektoida tunteitaan (Haapasalo, 2011). Tällaisen ongelmanratkaisutilanteen luominen on mahdollista matemaattisella ongelmanratkaisutehtävällä edellyttäen, että tehtävän ratkaiseminen vaatii ratkaisijalta ennestään tutun tiedon yhdistämistä uudella tavalla (ks. Leppäaho, 2018). Tässä artikkelissa selvitetään alkuopetusikäisten taitoa reflektoida ongelmaratkaisuprosessin, matematiikan ja sen opiskelun herättämiä tunteita.

Reflektiotaito

Reflektiotaitoa käsittelevät tutkimukset ovat keskittyneet pääosin sen harjoittelun näkökulmiin; reflektiotaidon kehittämisen on todettu olevan haastavaa sekä vaativan systemaattista ja pitkäjänteistä harjoittelua (Alaoutinen, 2012; Reinholz, 2016). Keskeiseksi reflektiotaidon kehittymiseen vaikuttavaksi tekijäksi on nähty harjoittelun määrä ja sen kohdentaminen oppilaan taitotasoon nähden optimaaliseksi, jolloin on huomioitava myös oppilaan kehitystaso (Alaoutinen, 2012) ja aiemmat kokemukset (Lew ym., 2010). Reflektiotaidon harjoittelu suositellaan aloittamaan tunteiden ja ajatusten sanoittamisella, koska sen ajatellaan olevan alustavaa reflektointia. Lisäksi keskeistä reflektiotaidon kehittämisessä on kannustaa oppilasta perustelemaan vastaustaan, koska reflektio tarkoittaa taitoa tietoisesti ja kriittisesti pohtia muun muassa tunteitaan. (Clará, 2015)

Alkuopetusikäisten lasten kognitiivisia kykyjä tutkittaessa on heillä havaittu olevan edellytykset itsensä arvioimiseen (Korpinen ym., 2003). Tästä huolimatta reflektiotaitoa käsittelevät tutkimukset ovat keskittyneet erityisesti alkuopetusikäisiä vanhempiin oppilaisiin ja painottaneet oppimisen

näkökulmaa. Yrjönsuuri (2007) on tutkinut 10-vuotiaiden oppimisen reflektiotaitoa reflektiotehden kautta. Hän on luokitellut tutkimustulostensa perusteella kymmenvuotiaista kolme oppilastyyppeä. Ensimmäisen oppilastyypin reflektiotaitoa kuvaa se, että taito reflektoida on oleellinen osa yrittämistä. Oppilastyyppeä kuvailee työskentelyään suunnitelmallisesti ja pyrkii tarkkailemaan erilaisten opiskelutapojensa tuloksellisuutta sekä muuttamaan niitä tarvittaessa. Toisen oppilastyypin taito reflektoida on satunnaista, mikä näkyy siinä, että hän tyypillisesti käyttää reflektiota vain yksittäisissä tilanteissa. Kolmannen oppilastyypin opiskeluun ei liity selvää reflektioimista. Hän omaa jonkinlaiset työskentelytottumukset, mutta ei kyseenalaista niiden toimivuutta. Lisäksi hänellä saattaa olla jonkinlaisia opiskeluun kohdentuvia motivaatio-ongelmia.

Puolestaan Huttunen (1996) on tutkinut yleisesti yksilön taitoa reflektoida oppimistaan. Hän on jäsenellyt reflektiotaidon kolmelle tasolle. Ylintä tasoa kutsutaan emansipatoriseksi tasoksi, jolloin oppilas pystyy tarkastelemaan oppimistaan kokonaisuutena. Oppilas tunnistaa omat vahvuutensa ja heikkoutensa sekä hänellä on taito oman työskentelyn kriittiseen arviointiin. Seuraavalla eli pragmaattisella tasolla oppilas osaa verrata omaa oppimistaan suhteessa tehtävän tavoitteisiin, vaikkakin itsearviointi on melko yksinkertaista. Oppilas osaa esimerkiksi sanoa, oliko tehtävä helppo vai vaikea, muttei kykene selittämään arviointinsa syitä. Alinta reflektiotaitotasoa Huttunen kutsuu mekaaniseksi tasoksi, jolloin oppilas reflektoi vain vähän tai ei lainkaan. Oppilas ei tiedosta itsearvioinnin eikä oppimisen merkitystä itselleen, eikä hänellä ole kykyä arvioida oppimistaan syvällisesti.

TUTKIMUKSEN KUVAUS

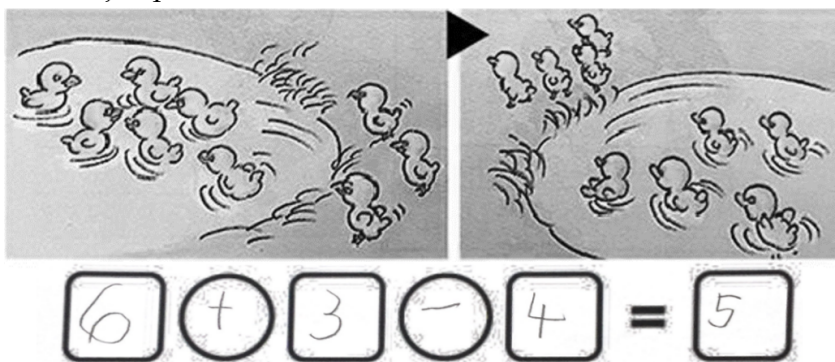
Tutkimusaineisto ja aineistonkeruu

Tutkimus on luonteeltaan tapaustutkimus, joka sopii hyvin tämän tutkimuksen kaltaisen moninaisen, mutta vähän tutkitun ilmiön tarkasteluun (Zainal, 2007). Tapaustutkimukselle tyypillisesti tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole löytää uusia käytäntöjä, vaan laajentaa käsitystä olemassa olevasta ilmiöstä eli alkuopetusikäisten reflektiovalmiuksista matematiikan näkökulmasta.

Tutkimukseen osallistui erään itäsuomalaisen koulun alkuopetuksen luokka, johon kuului yhteensä 23 alkuopetusikäistä oppilasta. Aineisto koostuu kymmenestä 1. vuosiluokan oppilaasta ja kolmestatoista 2. vuosiluokan oppilaasta. Aineiston keruu toteutettiin tutkittavan ja tutkijan välisenä vuorovaikutustilanteena, joka muodostui ongelmaratkaisutehtävän ratkaisemisesta ja sen jälkeisestä haastattelusta. Vuorovaikutustilanne toteutettiin samanlaisena kaikille tutkittaville riippumatta tutkittavan vuosiluokasta. Vuorovaikutustilanteen alussa tutkittavalle annettiin matemaattinen ongelmanratkaisutehtävä (kuva 1). Ongelmanratkaisutehtävä ei asettanut luku- tai kirjoitustaitovaatimuksia, sillä tehtävänanto luettiin tutkittavalle ääneen ja tutkittavan tehtäväksi jäi merkitä vastaus matemaattisin symbolein ja numeroin annettuihin ruudukoihin. Tehtävässä vaadittiin yksinkertaisia yhteen- ja vähennyslaskutaitoja oppilaille oletettavasti uudessa kontekstissa, joten katsoimme tehtävän soveltuvan sekä ensimmäisen että toisen

vuosiluokan oppilaille. Vuorovaikutustilanteen pilotointi vahvisti kyseisen ongelmanratkaisutehtävän ja sen jälkeisen haastattelun soveltuvan tutkimuksen aineistonkeruumenetelmäksi. Oppilaat käyttivät ongelmanratkaisutehtävän pohtimiseen haluamansa ajan ja pohdinnan aikana heitä rohkaistiin kertomaan ääneen ajatuksistaan ja mahdollisista ratkaisuvaihtoehdoistaan.

Tehtävä: Muodosta laskulauseke kahden kuvan muodostaman kuvasarjan perusteella sekä ratkaise muodostamasi laskulauseke.



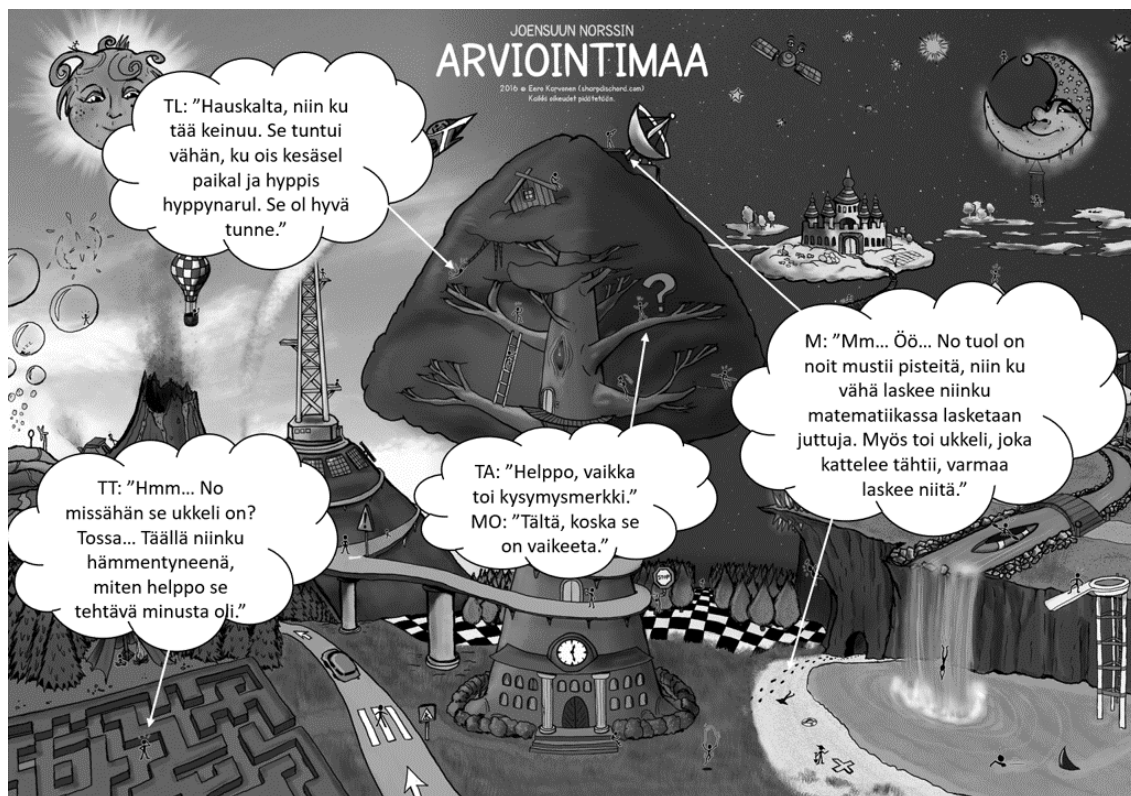
Oppilaan
esimerkkivastaus
(1P1):

"No ku tossa on kuus ankkaa ja siihen tulee kolme lisää ja siitä sit lähtee neljä, se on yhteensä viis".

Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty matemaattinen ongelmanratkaisutehtävä (Helsingin Sanomat 7.1.2019) ja yhden oppilaan esimerkkivastaus

Ongelmanratkaisutehtävän jälkeen vuorovaikutustilannetta jatkettiin puolistrukturoituna haastatteluna Arviointimaata (kuva 2) apuna käyttäen (Savolainen ym., 2018). Mielikuvitusmaailmaan sijoittuva Arviointimaa sekä herättää että kuvastaa erilaisia tunteita. Tarkoituksena on, että oppilas harjoittaa reflektiotaitoa sanoittamalla omat ajatuksensa tarinaksi Arviointimaahan. Opettaja tai joku muu aikuinen on tilanteessa läsnä ja voi tarvittaessa tukea oppilasta ohjaavin kysymyksin.

Puolistrukturoidun haastattelun alussa tutkija totesi tutkittavalle Arviointimaan sisältävän erilaisia paikkoja, jotka tuntuvat erilaisilta. Tämän jälkeen tutkija sanoi: "kerro Arviointimaan paikkoja käyttäen, miltä äskeinen ongelmanratkaisu tuntui". Tarvittaessa tutkittavia pyydettiin kertomaan tarkemmin prosessin eri vaiheissa koetuista tunteista eli tutkittavat sanoittivat heidän kokemiaan tunteita ongelmanratkaisutehtävän alussa (TA), tehtävän tekemisen aikana (TT) sekä tehtävän lopuksi (TL). Seuraavaksi tutkija kysyi: "Mihin matematiikan voisi Arviointimaassa sijoittaa ja miksi (M)?" . Lopuksi tutkittavalta kysyttiin: "Miltä matematiikan opiskelu (MO) tuntuu?". (Ks. kuva 2.)



Kuva 2. Tutkimuksessa käytetty Arviointimaa-materiaali sekä ensimmäisen vuosiluokan oppilaan (1T5) vastaukset haastattelukysymyksiin.

Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää alkuopetusikäisten taitoa reflektoida omia tunteitaan ongelmanratkaisuprosessista, matematiikasta ja sen opiskelusta. Tavoitteen toteuttamiseksi muotoilimme kaksi tutkimusongelmaa:

- (1) Mitä oppilaiden vastaukset kertovat heidän reflektiotaidostaan?
- (2) Minkälaisia ovat vuosiluokkien 1-2 oppilaiden luonnollisella kielellä sanoittamat tunteet
 - a. ongelmanratkaisutehtävän eri vaiheissa, ja
 - b. matematiikasta ja sen opiskelusta?

Aineiston analyysi

Haastatteluaineisto litteroitiin eksaktisti (Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto, 2019). Ennen aineiston analysointia tutustuimme tutkittavaan ilmiöön aiemman tutkimuskirjallisuuden avustamana. Kuitenkin aineiston analysointivaiheessa halusimme antaa tutkittavien vastauksille pääpainon sivuttaen aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta esiin nousseet havainnot. Induktiivinen sisällönanalyysi sopii hyvin tapaustutkimukseen, jossa ilmiötä pyritään tutkimaan monitahoisesti ja perusteellisesti aineistolähtöisyyttä korostaen (Schamber 2000). Pienten lasten reflektiotaitoa ei ole juurikaan tutkittu, jonka takia katsoimme tärkeäksi etsiä induktiivisen sisällönanalyysin keinoin vastauksia asetettuihin tutkimuskysymyksiin.

Tässä tutkimuksessa induktiivinen sisällönanalyysi eteni kolmen vaiheen kautta (Elo & Kyngäs, 2007; Tuomi & Sarajarvi, 2009). Ensimmäisessä vaiheessa oppilaiden vastaukset pelkistettiin, jonka jälkeen analyysin toisessa vaiheessa niistä etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia värikoodien avulla. Kolmannessa vaiheessa värikooditetut vastaukset ryhmiteltiin toistensa poissulkeviin ryhmiin seuraavalla tavalla: a) perusteltu vastaus, b) perustelematon vastaus ja c) ei vastausta. Ryhmittelyn apuna käytettiin perusteltujen vastausten määrää, koska vastauksen perustelu indikoi oppilaan taitoa reflektoida (vrt. reflektion määrittely; ks. Clará, 2015) (Elo & Kyngäs, 2007; Tuomi & Sarajarvi, 2009). Oppilaiden vastauksista muodostettiin matriisimalli (ks. taulukko 1) ja reflektioiden sisältöä tarkasteltiin tutkien, millaisia tunnekokemuksia ongelmanratkaisutilanne, matematiikka ja sen opiskelu oppilaille on tuottanut.

Analyysi ja sen lopputulos rakentuivat kahden tutkijan kontribuutiona hermeneuttisen kehän tavoin (Kafle, 2011). Aineistolähtöinen analyysi vaati tutkijoilta omien ennakkokäsitysten tiedostamista ja jatkuvaa omien toimien reflektointia. Luotettavuuden näkökulmasta on keskeistä tuoda esille, ettei puhdas induktiivinen päättely ole täysin mahdollista. Tutkijoina meille oli kertynyt ennakkokäsityksiä tutkittavasta ilmiöstä, jotka olemme tiedostaneet. Hermeneuttisen kehän tavoin varsinaista alkua ilmiön tiedonmuodostamiselle ei ole, vaan keskiössä on tutkijoiden ymmärryksen laajentuminen ilmiön osien ja kokonaisuuden analyysin ja tulkinnan kautta (Kafle, 2011). Olemme pyrkinet lisäämään tutkimuksen luotettavuutta kuvailemalla lukijalle avoimesti tutkimuksemme taustaa ja tutkimusprosessin aikana tehtyjä valintoja.

TULOKSET

Mitä oppilaiden vastaukset kertovat heidän reflektioidistaan?

Oppilaiden vastaukset luokiteltiin kolmeen ryhmään vastauksen laadun perusteella a) perusteltu vastaus, b) perustelematon vastaus, ja c) ei vastausta. Vastaukset luokiteltiin perustelluksi vastaukseksi, jos tunteen sanoittaminen tapahtui joko suoraan tai tunnetta kuvattiin Arviointimaan avulla. Oppilaiden vastauksista muodostettiin oppilaskohtainen kokonaiskuva, joka on esitetty taulukossa 1.

Matematiikasta ja sen opiskelusta oppilaat tuottivat enemmän perusteltuja vastauksia kuin ongelmanratkaisutilanteen eri vaiheista (taulukko 1). Ongelmanratkaisutilanteessa vähiten perusteltuja vastauksia oli alkutilanteen tunteiden ja eniten tilanteen jälkeisessä tunteiden kuvaamisessa. Perusteltu vastaus (luokka a, taulukko 1) voidaan tunnistaa osoitukseksi reflektioidista, koska reflektio tarkoittaa taitoa tietoisesti ja kriittisesti pohtia muun muassa tunteitaan. Perusteltujen vastausten lukumäärän perusteella oppilaat jakaantuivat seuraaviin neljään profiiliin: perusteltuja vastauksia viisi (Edistytvä), neljä (Kehittyvä), kaksi tai kolme (Aloitteleva) ja yksi (Kokematon).

Taulukko 1. Oppilaiden vastaukset kysymyksiin (a=perusteltu vastaus, b=perustelematon vastaus, c=ei vastausta), tunne ongelmanratkaisutehtävän alussa (TA), tekemisen aikana (TT), jälkeen (TL), sekä tunne matematiikasta (M) ja sen opiskelusta (MO). Perusteltujen vastausten lukumäärä (s), sekä reflektioprofiili (l).

	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Id*	T	P	T	T	P	T	T	P	P	P	T	P	P	T	T	P	P	T	T	T	P	P	P
	6	1	2	7	9	1	3	2	5	6	4	2	3	1	2	3	8	5	3	4	1	4	7
TA	a	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b	b	b	b	b	b	b	a	a	a	a	a	a
TT	c	c	c	c	b	b	c	b	b	c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
TL	c	c	c	c	a	a	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
MO	c	c	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
M	c	b	a	a	b	a	a	c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
s	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
l	Koke-			Aloitteleva				Kehittyvä						Edistynyt									
	maton																						

*Id=vuosiluokka 1/2, Sukupuoli (T)yttö/(P)oika, oppilasnumero (0...9))

Perusteltuja vastauksia yksi (Kokematon reflektiojia)

Tässä ryhmässä reflektiotaitoon liittyy vain yksittäinen osoitus tietoisesta reflektiosta, yhden tuotetun, perustellun vastauksen muodossa.

TA: "Mie en tienny, mitä piti tehdä... Tuntu vaikeelta." (a)

TT: -, TL: -, MO: - (c)

M: "Eii..." (c) (1T6)

Nimesimme ryhmän *Kokematon reflektiojia*. Ryhmä koostui kahdesta oppilaasta ja tyypillisimmin nämä oppilaat jättivät vastaamatta kysymyksiin. Havaittu perusteltu vastaus oli molemmilla oppilailla ongelmanratkaisun alkutilasta, jossa he kuvasivat prosessin vaikeutta.

Perusteltuja vastauksia kaksi tai kolme (Aloitteleva reflektiojia)

Ryhmän koostuu kahdeksasta oppilaasta, jotka onnistuivat tyypillisesti opiskelun ja oppiaineen sekä ongelmanratkaisutehtävän jälkeisten tunteiden reflektoinnissa. Oppilaiden reflektiotaitoa yhdistää myös se, että tehtävän aikaisten tunteiden (TT) osalta vastauksesta puuttui perustelu tai vastaus jäi kokonaisuudessaan.

TA: "Ehkä tuossa (risteys), tein niin hitaasti, ku tuntu vaikeelle. Tuntu koko ajan siinä." (a)

TT: -, TL: - (c)

MO: "Kivalta tuntuu, vähä niin ku toi raketti." (a)

M: "No tuonne (labyrintti), koska se on aika helppoo se matematiikka." (a) (2P6)

Nimesimme ryhmän *Aloitteleva refleктоija*, koska heidän reflektiotaistonsa sisältää pääasiassa ainoastaan yksinkertaista tunteiden kuvailua, mutta he pystyvät jo sanoittamaan pääosin matematiikan opiskeluun (MO, taulukko 1) liittyviä tunteitaan.

Perusteltuja vastauksia neljä (Kehittyvä refleктоija)

Seitsemän oppilaan ryhmä tuotti perusteltuja vastauksia neljään kysymykseen. Ryhmä nimettiin *Kehittyvän refleктоijan* ryhmäksi. Vaikka ongelmanratkaisutilanteen alun reflektointi ei onnistunut, Kehittyvä refleктоija kuvaa reflektiotaan kattavasti vastaten kysymyksiin miksi ja miltä tuntuu. Vaikka Kehittyvä kuvailee tunteitaan jo melko monipuolisesti, on taito reflektoida toisinaan epätarkkaa erityisesti ennen tehtävää (TA) koettujen tunteiden kuvauksessa.

TA: "Ihmettelin vaa tätä tehtävää..."(b)

TT: "Sit ku mie tein, nii menin vähä niinku tätä mäkee alaspäin, menin vauhtii ja oli helppoo."(a)

TL: "Oli vähä niinku hyvällä tuulella. Vähä niinku, tässä.... Vähä niinku pullistelin auringon kohalla. Oli vähä niinku nyt olen valmis jee!"(a)

MO: "Tää (ranta), koska matematiikan opiskelu on rauhallista ja mä oon siinä nii hyvä."(a)

M: "Toi lumivuori. Noh... kun vaikka tuolla tehää lumiukkoi, ni se on geometrian puolella. Pitää.. Ku toi ihme tyyppi laskee mäkee, ni pitää laskee, minne se menee. Pitää olla tarkka, ku esimerkiksi pelaa biljardia, pitää laskea, minne pallo menee.
(a) (2P3)

Perusteltuja vastauksia viisi (Edistyvä refleктоija)

Neljäs oppilasryhmä sai nimekseen Edistyvä refleктоija ja siihen kuului kuusi oppilasta. Tämän ryhmän oppilaat onnistuivat antamaan perustellun vastauksen jokaiseen esitettyyn kysymykseen. Edistyneen taito reflektoida ei ole pelkkää tunteiden kuvailua, vaan se sisältää paikon myös tulkitsevää ja tietoista pohdiskelua (ks. kuva 2, 1T5 vastaus TL).

Ongelmanratkaisun, matematiikan ja sen opiskelun herättämät tunteet

Ongelmanratkaisutehtävän reflektointi tuotti eniten tunnekselin helppo-vaikea mukaisia kuvauksia. Vaikeuden tuottamaa tunnetta kuvasi tehtävän alussa kymmenen ja tehtävän aikana neljä oppilasta, "Mie en tienny, mitä piti tehdä. Tuntu vaikeelta" (1T6). Vastaavasti helppouden tuottamaa tunnetta kuvasi kaksi oppilasta tehtävän alussa, kolme tehtävän aikana ja viisi tehtävän lopussa: "Aika helppo.. Ööö.. Vähä niinku sokkelosta pääseminen" (2P5). Seitsemän oppilasta kuvasi ongelmatehtävän tekemisen aikaisia tunteita prosessina, jossa vaikeuden tunteesta siirryttiin helppouden tunteeseen. "Olin täs labyrintissa, koska tuntu nii vaikeelta öö... Se ol aika vaikee... Mun tavoitteena oli päästä tonne linnaa ja siinä matkan varrella oli vaikeuksii, ku piti kiivetä tonne." (2T4).

Hämmennyksen tunne oli kolmelle oppilaalle päällimmäinen tehtävän alussa ja kahdelle tehtävän aikana (ks. kuva 2, vastaus TT). Tehtävän jälkeisenä tunteena seitsemän oppilasta mainitsi hyvän olon tunteen: "Oli vähä niinku hyvällä tuulella. Vähä niinku, tässä.... Vähä niinku pullistelin auringon kohalla. Oli vähä niinku nyt olen valmis jee!" (2P3), ja yksi oppilas iloisuuden tunteen: "Sitku oli valmista, olin iloinen, toi joka hyppii tota hyppunaru" (2T2). Lisäksi mainittuja tunteita olivat hauskuuden tunne ja kahdella oppilaalla kivan olon tunne: "Vesi, koska kanootilta voisi hyppiä ja se on kivaa" (1T1).

Tutkittavia pyydettiin kertomaan, minne matematiikan voisi heidän mielestään Arviointimaassa sijoittaa. Näistä perustelluista vastauksista etsimme tunneilmaisuja. Kymmenen oppilasta perusteli matematiikan paikkasijoituksen sillä, millaisia tunteita matematiikan opiskelu heissä herättää. Näissä tunteissa korostuivat myös helppouden (2) ja vaikeuden (5) tunteet: "No tuonne (labyrintti), koska se on aika helppoo se matematiikka" (2P6). Lisäksi matematiikka oppiaineena kuvattiin haasteena, jonka voi selvittää: "Hmmmh, ehkä tänne (aurinko), ku mie pystyn mennä sinne. Pystyn kuitenkin selvittää ne tehtävät." (2P7). Kahdella oppilaalla matematiikka näyttäytyi oppiaineena, joka tuottaa tylsyyden ja kivuuden välillä vaihtelevan tunnekokemuksen. Matematiikka kuvattiin myös siitä pitämisen kautta: "Tässä (masto), koska matematiikka. Tykkään niin paljon ni tuntuu et ois nii korkeella ja on paljo, jotka tykkää matematiikasta." (2P4). Yhdelle oppilaalle matematiikka kuvautui sen kautta, millaisia vaatimuksia matematiikan harjoittaminen asettaa tekijälleen: "Labyrintti... Koska... Hmm.. Siellä pitää olla keskittynyt" (1T7). Yksi oppilas kuvasi oppiainetta oman opiskelukokemuksen kautta: "Matematiikassa on ollut ongelmia jossain tehtävissä. Ne tuntuu joskus tylsältä, kivalta, siltä väliltä." (1T1).

Matematiikan opiskelun tuottamista tunteista viisi oppilasta kertoi sen tuntuvan kivalta: "Se tuntuu aina kivalta, vähä niinku kans käydä sellassis korkeissa ja hienoissa paikoissa. Ja niin ku raketti myös!" (2P2). Matematiikan opiskelu tuntui myös rauhalliselta: "Tää (ranta), koska matematiikan opiskelu on rauhallista ja mä oon siinä nii hyvä" (2P3). Helppouden kautta matematiikan opiskelua kuvasi kolme oppilasta: "Hahaha, koska se on niin helppoo kuin lentäis. Mä osaan matematiikkaa ja tuntuu et lentää." (1P2). Vastaavasti oppilaista kolme kuvasi matematiikan opiskelun herättämää tunnetta vaikeuden kautta. Matematiikan opiskelu tuotti kahden oppilaan mielestä vaihtelevia tunteita, "Vaihtelee... Hyvältä ja joskus pahalta... (niiskuttaa) Paha tuntuu samalta, ku toi risteys, missä on ukko ja hyvältä, niin ku ois tossa rannalla." (2P8).

POHDINTA

Alkuopetusikäisen reflektiotaitoa voi harjoittaa pohtimalla tietoisesti ongelmanratkaisun, matematiikan ja sen opiskelun herättämiä tunteita, sekä kannustamalla oppilasta perustelemaan vastauksiaan. Tutkimukseen osallistuneet oppilaat kykenivät reflektion tuottamiseen, mutta oppilaiden reflektiotaidot vaihtelivat suuresti. Tutkimustuloksien perusteella ongelmanratkaisu, matematiikka ja sen opiskelu tarjoavat oppilaille vaihtelevia tunnekokemuksia mukavista ja epämukavista olotiloista.

Oppilaiden tunteiden reflektointi oli niukkasanaista ja koostui pääasiassa helppo–vaikea tunnekuvauksista. Tämä kertoo osaltaan alkuopetusikäisten reflektiotaidoista tässä tapauksessa. Keskeiseksi reflektiotaivotasoa erottavaksi tekijäksi nousi aineiston analyysissä jaottelu perustelemattomaan tai perusteltuun vastaukseen (ks. Clará, 2015). Tuloksissa esitetyn neljän reflektiotaitoryhmän vertaaminen teoriassa esitettyihin reflektiotaivotasoihin vahvistaa neliportaisen jaon toimivuutta. Kokemattoman ja Aloittelevan reflektiotaivotasossa on paljon yhteistä Huttusen (1996) ja Yrjönsuuren (2007) esittämiin alimpiin taitotasokuvauksiin. Kokemattoman ja Aloittelevan reflektiotaivotasossa oli vähäistä ja mekaanista, eikä selvää reflektointia näyttänyt toteutuvan, kuin korkeintaan satunnaisissa tilanteissa. Kokemattomien reflektiotaivotasoa asettuu Yrjönsuuren mukaisesti alimmalle tasolle, jossa ei selvää reflektointitaitoa tunnusteta, kun taas Aloittelevilla reflektiotaivotasossa satunnaisuus kuvaa hyvin ryhmän onnistumista. Kehittyvien reflektiotaivotasossa ryhmä eroaa Aloittelevista siinä, että Kehittyvät tuottavat vastauksen jokaiseen kysymykseen, jolloin reflektion satunnaisuus vähenee. Kehittyneiden ja Edistyneiden ryhmässä Huttusen (1996) määrittämä pragmaattisen tason taitokuvaus on osuva. Oppilaat pääosin ovat kykeneviä kuvaamaan tunteitaan, mutta sisällöllisesti ne jäävät varsin yksinkertaiselle tasolle. Erityisesti Edistyneiden ryhmässä Yrjönsuuren (2007) taitotasojen mukaisesti satunnaisuus on vähentynyt ja sen vuoksi oppilaiden reflektiotaivotasossa on jossain määrin ylimmän taitotasoluokan tunnusmerkkejä. Kuitenkin ylempien reflektiotaivotasojen esiintymisestä, niin emansipatorisuudesta kuin työskentelyn suunnitelmallisuudesta tai erilaisten opiskelutapojen tuloksellisuudesta ei aineiston perusteella voitu saada käsitystä. Tämä selittyy osin sillä, että haastattelussa oppilaita pyydettiin kertomaan ongelmanratkaisun, matematiikan ja sen opiskelun herättämistä tunteista, jolloin haastattelukysymyksien keskiössä ei ollut suoranaisesti oppimista käsittelevät näkökohdat. Toisaalta tutkimustulosten ja esitetyn teorian valossa voidaan kysyä, millaisia taitoja alkuopetusikäisellä oppilaalla on reflektoida omaa oppimistansa, kun jo omien tunteiden reflektointi voi tuottaa hankaluuksia?

Ongelmanratkaisutilanne tarjosi oppilaille otollisen mahdollisuuden harjoitella reflektiotaivotaitoa, sillä tilanteeseen liittyi vahvasti kokemuksellisuus ja tunnevaihtelut (ks. Haapasalo 2011; Hannula 2015; Reinholz, 2016). Tutkittavien vastauksissa kokemuksellisuus nousi esiin yksilöllisissä tarinoissa, joissa tutkittavat antoivat hyvin vaihtelevia tunnekuvauksia samoista asioista. Tehtävän alussa ja tekemisen aikana koetut tunteet olivat pääasiassa helppouden tai vaikeuden tunteita, kun taas tehtävän jälkeisissä tunteissa esiintyi hauskuuden, ilon ja kivan olon tunteita. Nämä tunnevaihtelut kuvastavat hyvin ongelmanratkaisuprosessin luonnetta, johon liittyy tehtävän ratkaisun aikana koetut vaikeuden ja tyytymättömyyden tunteet, jotka purkautuvat tehtävän jälkeisenä tyytyväisyytenä ja koettuina hyvän olon tunteina (Eronen & Kärnä, 2018). Ongelmanratkaisun tuottamat juuri koetut tunnevaihtelut voisivat selittää sen, että usealla oppilaalla oli vaikeuksia palautua pohtimaan niitä tunteita, joita hän koki ennen tehtävän aloittamista.

Matematiikan opiskelusta tuotetut reflektiot sisälsivät rikkaampaa perustelua verrattuna muihin haastattelukysymyksiin. Rauhallisuuden, helppouden ja kivan olon tunteiden kuvaukset antavat viitteitä myönteisestä minäkuvasta matematiikan oppijana, kun taas erityisesti pahan olon tunteen kuvaukset viittaavat heikompaan minäkuvaan matematiikan oppijana (vrt. DeBellis & Goldin, 2006). Matematiikan opiskelusta oppilailla on suurempi kokemusperä (Reinholz, 2016) verrattuna muihin tutkimuksessa esitettyihin kysymyksiin ja siksi kysymys näyttäisi kuvaavan paremmin oppilaan ajatuksia ja olevan muita kysymyksiä helpompi reflektoitava. Toisaalta haastattelukysymyksen asettelu voi selittää sen, että kysymys matematiikan paikasta Arviointimaassa tuotti vähemmän tunnekuvauksia kuin matematiikan opiskelua koskeva kysymys, vaikkakin perusteltuja vastauksia oli molemmissa yhtä paljon. On myös mahdollista, että yleisesti mainitut helppouden ja vaikeuden tunteet johtuvat siitä, että alkuopetusikäiset kokivat omien tunteiden reflektoinnin haastavaksi, eivätkä osanneet siten eritellä kokemiaan tunteita sen enempää niin matematiikan kuin sen opiskelun kohdalla.

Tutkimuksen kohdejoukko koostuu pienistä lapsista, jolloin on syytä tarkastella tutkimuksen eettisyyttä. Ennen aineistonkeruuta oppilaita informoitiin tutkimuksen merkityksestä, oppilaiden roolista sekä heidän anonymiteettinsa suojaamisesta. Kuitenkin on syytä pohtia, pystyykö alkuopetusikäinen lapsi arvioimaan tutkimuksen tarkoitusta ja omaa osaa siinä sekä täten antamaan suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta. Pienten lasten suostumusta arvioitaessa on katsottu tärkeäksi haastattelijan ja haastateltavan molemminpuolinen tutustuminen ennen haastatteluiden aloittamista, jota myös tämän tutkimuksen aineiston keruun yhteydessä on noudatettu. Molemminpuolinen tutustuminen myös edisti oppilaiden kannalta miellyttävän haastattelutilanteen luomisen. Koska tutkimukseen osallistuneet ovat alaikäisiä, on ollut tärkeää suojella oppilaita haastattelutilanteen lisäksi myös tutkimusta raportoidessa. Olemme kiinnittäneet erityistä huomiota oppilaiden anonymiteetin suojaamiseksi, jonka vuoksi tutkimuksen aineistoa kerätessä minimointiin tunnistetietojen kokoaminen sekä tuloksia raportoidessa kerätyt tunnistetiedot ovat anonymisoitu käyttämällä koodinimiä (esim. 1T1).

Tiedostamme tapaustutkimukselle sen tutkimussuuntauksen tyypilliset rajallisuudet, kuten tutkimusten yleistettävyyden haasteet. Kuitenkin koemme, että tapaustutkimuksen keinoin on mahdollista saavuttaa uudenlaista tietoa alkuopetusikäisten reflektiotaidosta, johon myös tuloksemme viittaavat. Toisaalta nämä varsin nuoret oppilaat joutuivat yksilöhaastattelussa sanoittamaan luonnollisella kielellä tunteitansa ja mahdollisesti tämä aineiston keruutapa on vaikuttanut joidenkin oppilaiden sijoittautumisessa tiettyyn reflektioprofiiliin. Tosin kouluissa toiminta tapahtuu usein suullisilla ilmaisuilla luonnollisen kielen avulla, jolloin tutkimus antaa kuvan siitä, millaisia valmiuksia alkuopetusikäisillä on reflektoida koulun käyttäminen menetelmin. Tutkimustulokset antavat myös syytä tarkastella aihetta täsmällisemmin reflektioiden sisällön näkökulmasta.

Oppilaiden reflektiotaitojen kehittymisen tukeminen edellyttää sen tutkimista. Oppilaiden reflektiotaidon määrittäminen mahdollistaa reflektion harjoittelun

kohdentamisen oppilaan taitotasoa vastaavaksi tarjoten mahdollisuuden yksilöllistettävään itsearviointiin ja sitä kautta mahdollisuuden myös ongelmanratkaisutaitojen kehittymiselle. Vaikka ongelmatehtävän äärellä reflektointi ei välttämättä ole tuttua pienille oppilaille, sitä kannattaa harjaannuttaa. Alkuopetusikäisten reflektiotaito on vielä tunteiden kuvausta, mutta on hyvä antaa sille tilaa ja nähdä se reittinä kehittymässä olevaan edistyneempään reflektiotaitoon.

LÄHTEET

- Alaoutinen, S. (2012). Evaluating the effect of learning style and student background on self-assessment accuracy. *Computer Science Education*, 22(2), 175–198.
- Andrade, H. & Valtcheva, A. (2009). Promoting Learning and Achievement Through Self-Assessment. *Theory Into Practice*, 48(1), 12–19.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for Learning: Putting it into practice*. Open University Press.
- Boud, D., Keogh, R. & Walker, D. 1985. What is Reflection in Learning? Teoksessa D. Boud, R. Keogh & D. Walker (toim.) *Reflection: Turning Experience into Learning*. Antony Rowe Ltd, 7–17.
- Clarà, M. (2015). What Is Reflection? Looking for Clarity in an Ambiguous Notion. *Journal of Teacher Education*, 66(3), 261–271.
- Clark, I. (2012). Formative assessment: assessment is for self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 24(2), 205–249.
- DeBellis, V. A. & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: a representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131–147.
- Dubinsky, E. & Wilson, R. (2013). High school students' understanding of the function concept. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(1), 83–101.
- Elo, S. & Kyngäs, H. (2007). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115.
- Eronen, L. & Kärnä, E. (2018). 16. Students Acquiring Expertise through Student-Centered Learning in Mathematics lessons. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(5), 682–700.
- Fuchs, L., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., Hamlett, C., Owen, R. & Schroeter, K. (2003). Enhancing third-grade student' mathematical problem solving with self-regulated learning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 306–315.
- Haapasalo, L. (2011). *Oppiminen, tieto ja ongelmanratkaisu* (8. painos). Medusa-Software.
- Hannula, M. S. (2015). Emotions in problem solving. Teoksessa S. J. Cho (toim.) *Selected regular lectures from the 12th international congress on mathematical education*. Springer, 269–288.

- Huttunen, I. (1996). Metacognition in the process of development towards learner autonomy. Teoksessa U. Tornberg (toim.) *Focus on the language learner*. Uppsala universitet. Centrum för didaktik, 77–97.
- Kafle, N. P. (2011). Hermeneutic phenomenological research method simplified. *An Interdisciplinary Journal*, 5(1), 181–200.
- Kearney, S. (2013). Improving engagement: The use of authentic self- and peer-assessment for learning' to enhance to student learning experience. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(7), 875–891.
- Korpinen, E., Jokiahho, E. & Tikkanen, P. (2003). Miten esi- ja alkuopetusikäiset lapset arvioivat itseään ja oppimistaan? *Kasvatus*, 34(1), 66–78.
- Kramarski, B., Weisse, I. & Kololshi-Minsker, I. (2009). How can self-regulated learning support the problem solving of third-grade students with mathematics anxiety? *ZDM*, 42(2), 179–193.
- Leppäaho, H. (2018). Ongelmanratkaisun opettamisesta. 2018. Teoksessa Joutsenlahti, J., Silfverbeg, H. & Räsänen, P. (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen* (368-394). Bookwell Oy.
- Lew, M. D., Alwis, A. W., & Schmidt, H. G. (2010). Accuracy of students' self-assessment and their beliefs about its utility. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(2), 135–156.
- MacGregor, M., & Price, E. (1999). An exploration of aspects of language proficiency and algebra learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(4), 449–467.
- Martin, C. S., Drew, P. & Brian, K. (2017). Exploring the impact of written reflections on learning in the elementary mathematics classroom. *The Journal of Educational Research*, 110(5), 538–553.
- McMillan, J. H. & Hearn, J. (2008). Student self-assessment: The key to stronger student motivation and higher achievement. *Education Digest*, 74(8), 39–44.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to action: Ensuring mathematical success for all*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 (4. painos). Määräykset ja ohjeet 2014:96. Next Print oy.
- Postareff, L., Virtanen, V., Katajavuori, N. & Lindblom-Ylänne, S. (2012). Academics' conceptions of assessment and their assessment practices. *Studies in Educational Evaluation*, 38(3-4), 84–92.
- Reinholz, D. L. (2015). The assessment cycle: a model for learning through peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(2), 1–15.
- Reinholz, D. L. (2016). Developing mathematical practices through reflection cycles. *Mathematics Education Research Journal*, 28(3), 441–455.
- Rösken, B., Hannula, M., Pehkonen, E., Kaasila, R., & Laine, A. (2007). Identifying Dimensions of Students' View of Mathematics. In D. Pitta-Pantazi, & G. Philippou (Eds.), *European Research in Mathematics Education: Proceedings of the*

- Fifth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education* (s. 349-358). European Society for Research in Mathematics Education.
- Savolainen, R., Ruotsalainen, P. & Eronen, L. (2018). Arviointimaa: itse- ja vertaisarviointitaitojen kehittämisen väline alakoulussa. *Arvioinnilla oppimisen taitajaksi - ARVOT-hankkeen verkkojulkaisu*. Luettu 4.3.2020: <https://arvot.mobiezone.fi/zine/2/cover>
- Schamber, L. (2000). Time-Line Interviews and Inductive Content Analysis: Their Effectiveness for Exploring Cognitive Behaviors. *Journal of the American Society for Information Science* 51(8), 734–744.
- Simon, M. A., Tzur, R., Heinz, K., & Kinzel, M. (2004). Explicating a mechanism for conceptual learning: elaborating the construct of reflective abstraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 305–329.
- Tan, K. (2007). Conceptions of self-assessment. What is needed for long-term learning? Teoksessa D. Boud & N. Falchikov (toim.) *Rethinking assessment in higher education* (s. 114–127). Routledge.
- Tanner, H., & Jones, S. (2000). Scaffolding for success: reflective discourse and the effective teaching of mathematical thinking skills. *Research in Mathematics Education*, 2(1), 19–32.
- Tuomi, J. & Sarajarvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Gummerus.
- Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. *Kvalitatiivisen datatiedoston käsittely. Aineistonhallinta*. Luettu 11.2.2019: <https://www.fsd.uta.fi/aineistonhallinta/fi/kvalitatiivisen-datan-kasittely.html>
- Yrjönsuuri, R. (2007). *Matematiikka mieluisaksi: Psykologinen lähestymistapa opetukseen ja opiskeluun sekä matemaattisen ajattelun osaamisen arvioimiseen*. Oppilo.
- Zainal, Z. 2007. Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan* 9, 1–6.