

VIIDENNEN LUOKAN OPPILAIKEN PERUSTELUT JA
KOKEMUKSET OPPIMISESTA MATEMATIIKAN JA
YMPÄRISTÖOPIN TEHTÄVISSÄ

Perusteluita, virhekäsityksiä ja oppimisympäristöjä

Pro gradu -tutkielma
Turun yliopisto
Kasvatustieteiden tiedekunta
Opettajankoulutuslaitos
Rauman kampus
Joulukuu 2021
Elina Ruuth

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

TURUN YLIOPISTO

Kasvatustieteiden tiedekunta
Opettajankoulutuslaitos
Rauman kampus

RUUTH, ELINA: Viidennen luokan oppilaiden perustelut ja kokemukset oppimisesta matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä. Perusteluita, virhekäsityksiä ja oppimisympäristöjä.

Pro gradu –tutkielma, 67 s., 11 liites.
Kasvatustiede
Joulukuu 2021

Tämän pro gradu –tutkielman tarkoituksena on selvittää, millä tavoin viidennen luokan oppilaat perustelevat vastauksiaan matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä ja minkälaisia perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tutkimuksen toisena tavoitteena on tutkia, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa.

Tutkimus toteutettiin Satakunnan alueella sijaitsevissa kolmessa koulussa. Tutkimukseen osallistui viisi viidettä luokkaa ja 83 viidennen luokan oppilasta. Tutkimuksen aineistonkeruumenetelmänä käytettiin paperista kyselylomaketta. Kyselylomake rakentui seitsemästä kysymyksestä. Kysymykset yksi, kaksi ja seitsemän olivat luonteeltaan matemaattisia ja kysymykset kolme, neljä, viisi ja kuusi sisälsivät kysymyksiä ympäristöopin aihealueista. Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin sisällön erittelyä ja luokittelua.

Matematiikan ja ympäristöopin kysymysten vastausten perustelut voitiin luokitella seitsemään ryhmään. Matematiikan kysymyksissä perustelut jakautuivat ryhmiin: minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin ja tyhjät/hylätyt. Ympäristöopin kysymyksissä perustelut jakautuivat ryhmiin: minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut ja tyhjät/hylätyt. Matematiikan kysymyksissä oppilaat käyttivät eniten perusteluina lukuja ja laskutoimituksia. Ympäristöopin kysymyksissä suurin osa oppilaista perusteli vastauksiaan tehtäväkohtaisin perustein. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat matematiikan ja ympäristöopin kysymyksissä samoin, kuin tarkasteltaessa kaikkia tutkimuksessa saatuja perusteluita. Matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastanneista oppilaista suurin osa koki oppineensa tiedon koulusta. Ympäristöopin kysymyksissä valittujen vaihtoehtojen välillä ei ollut määrällisesti yhtä suuria eroja, kuin matematiikan kysymyksissä.

Avainsanat: Oppiminen, oppimisympäristöt, virhekäsitykset

Sisällys

1 JOHDANTO	1
2 MITEN OPIMME?	3
2.1 Matemaattinen oppiminen	4
2.2 Oppiminen ympäristöopissa	6
2.3 Oppiminen erilaisissa oppimisympäristöissä	8
3 VIRHEKÄSITYKSET	12
3.1 Miten virhekäsitykset syntyvät ja miten niihin voidaan vaikuttaa?	13
3.2 Virhekäsitykset matematiikassa ja ympäristöopissa	14
4 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	17
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	18
5.1 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen tarkoitus	18
5.2 Tutkimuksen kohdejoukko	19
5.3 Aineistokeruumenetelmä	20
5.4 Aineiston analysointi	22
6 TULOKSET	24
6.1 Oppilaiden perustelut matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä	24
6.1.1 Matematiikan kysymykset	24
6.1.2 Ympäristöopin kysymykset	31
6.2 Oppilaiden perustelut virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa	40
6.2.1 Matematiikan kysymykset	40
6.2.2 Ympäristöopin kysymykset	44
6.3 Oppilaiden kokemukset oppimisympäristöistä	51
6.3.1 Matematiikan kysymykset	51
6.3.2 Ympäristöopin kysymykset	53
7 POHDINTA	55
7.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys	59
7.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet	61
LÄHTEET	62
LIITE 1	68
LIITE 2	70
LIITE 3	72

1 JOHDANTO

Oppilaiden oppimisen, työskentelyn ja käyttäytymisen arviointi kuuluu osaksi luokanopettajan työtehtäviä. Oppimista arvioitaessa tulisi arviointiin tavoitteisiin sisältyvää osaamista tarkastella mahdollisimman monipuolisesti. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 47.) Yksi tapa toteuttaa opintojen aikaista arviointia on oppilaiden vastausten perusteluiden analysoiminen. Oppilaiden antamia perusteluita tutkimalla voidaan saada tietoa siitä, millä tasolla oppilaan oppiminen on ja liittyykö oppimiseen mahdollisesti joitain virheellisiä käsityksiä. (Evens & Houssart 2004, 282.)

Virheellisten käsitysten ja ajatusten on todettu kuuluvan osaksi normaalia oppimisprosessia. Sivuuttamisen sijaan tulisi oppilailta olevia virhekäsityksiä hyödyntää osana luokassa tapahtuvaa opetusta. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 24.) Asiasta samaa mieltä ovat myös Barlow, Watson, Tessema, Lischka ja Strayer (2018, 389), joiden mukaan yksittäisten virhekäsitysten esiintuominen voi hyödyttää kaikkia luokan oppilaita. diSessan (2014, 89) mukaan virheellisten käsitysten hyödyntämisellä voidaan parhaillaan jopa aikaansaada käsitteellistä muutosta. Omassa tutkimuksessani olen erityisen kiinnostunut matematiikkaan ja ympäristöoppiin sisältyvistä virhekäsityksistä. Matematiikkaan ja luonnontieteisiin sisältyviä virhekäsityksiä ovat tutkineet mm. Gabriel, Coché, Szucs, Carette, Rey ja Content (2013), Haslag ja Concannon (2012) ja Vosniadou ja Skopelli (2017). Nämä tutkimukset ovat osaltaan vaikuttaneet kyselylomakkeeni rakentumiseen.

Halusin tutkimuksessani tutkia aihetta, josta saatavaa tietoa voitaisiin hyödyntää tulevassa luokanopettajan ammatissani ja myös yleisesti opetuksen suunnittelussa sekä opetuksen laadun parantamisessa. Tutkimukseni aiheen valintaan vaikutti vahvasti myös oma henkilökohtainen kiinnostukseni matematiikkaa ja luonnontieteitä kohtaan. Tutustuessani tutkimusaiheestani aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin huomasin, ettei matematiikan ja ympäristöopin oppiaineita yhdistävästä lähtökohdasta löytynyt yhtäkään tutkimusta. Tutkimusaiheeltaan nämä tutkimukset käsitelivät erikseen matematiikan ja luonnontieteiden aihealueita. Myös virhekäsityksiä käsittelevissä tutkimuksissa tutkimus rajattiin usein koskemaan vain yhtä tai muutamaa oppilailta

olevaa virhekäsitystä. Halusin tutkimuksessani myös tuoda esiin oppilaiden omia perusteluita ja oppilaiden omia kokemuksia heidän oppimisestaan.

Tutkimukseni tavoitteena on selvittää, millä tavoin viidennen luokan oppilaat perustelevat vastauksiaan matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä ja minkälaisia perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Koska virheellisten käsitysten on todettu olevan tärkeä osa oppimisen rakentumista, näen niiden tutkimisen merkitykselliseksi yrittäessämme ymmärtää oppilaiden ajattelun rakentumista. Kindin ja Osbornen (2016, 26) mukaan oppilaiden tulisi saada kokemuksia argumentoimisesta, jotta he voisivat ymmärtää syvällisemmin, kuinka tietoa rakennetaan ja miten sitä muokataan. Oppilaiden perusteluiden tutkimisella voidaan siis saada tietoa siitä, minkälainen ymmärrys oppilaille on käsiteltävästä aiheesta ja minkälaisella tasolla oppilaiden perustelut ovat. Tutkimukseni toisena tavoitteena on tutkia, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa. Fan ja Zhang (2013, 259) ovat tutkineet oppimisympäristöjen vaikutusta yliopisto-opiskelijoiden ajatteluntapoihin. Tutkimuksesta saadut tulokset osoittivat, että oppimisympäristöillä oli merkittävä vaikutus opiskelijoiden ajatteluntapoihin. Vaikka tutkimuksessa tutkittiin yliopisto-opiskelijoita, ei voida olettaa etteikö oppimisympäristöt vaikuttaisi myös nuorempien oppilaiden ajatteluntapoihin. Tämän takia oppilaiden oppimisympäristö kokemusten tutkiminen oppilaiden perusteluiden tutkimisen yhteydessä on perusteltua ja relevanttia.

Tutkielmani aluksi esittelen teoreettista tietoa matematiikan ja ympäristöopin oppimisesta, oppimisympäristöistä, virhekäsityksistä ja virhekäsitysten syntyyn vaikuttavista tekijöistä sekä avaan muutamia tutkimukseni kannalta oleellisia aikaisempia virhekäsityksistä tehtyjä tutkimuksia. Teoriaosuuden jälkeen esittelen tutkimuskysymykseni, tutkimusmenetelmät ja avaan tutkimusta saatuja tuloksia. Lopun pohdinta osiossa vertailen tutkimuksesta saamiani tuloksia suhteessa teoriaan, pohdin minkälaisia päätelmiä saaduista tuloksista voi muodostaa, ja avaan tutkimukseni pohjalta syntyneitä mahdollisia jatkotutkimusmahdollisuuksia.

2 MITEN OPIMME?

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) mukaan oppiminen on monimuotoista ja kytköksissä aina siihen, mitä opiskellaan, milloin opiskellaan ja missä opiskellaan. Oppiminen vaatii usein toistuvaa ja pitkäaikaista ahkeraa harjoittelua, jonka seurauksena vanhan tiedon päälle rakennetaan uutta tietoa jo olemassa olevaa tietoa muuttamalla tai laajentamalla. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 17.) diSessa (2014) mukaan uuden oppiminen ei joissakin yhteyksissä ole edes mahdollista, ellei oppija ole kykeneväinen muuttamaan aikaisempia käsityksiään. Oppilaan aikaisempien käsitysten muuttuminen vaatii usein käsitteellisen muutoksen syntyä. Uusien käsitteiden oppimiseksi oppijan tulisi saada paljon erilaisia kokemuksia, joiden avulla hän pystyy rakentamaan käsitteisiin sisältyviä merkityksiä. (diSessa 2014, 88, 101.)

Soini, Pietarinen, Toom ja Pyhältö (2016, 55-56) kuvaavat oppimisen olevan selviytymisen keino, jonka avulla saavutetaan tarvittavaa muutosta. Syntyneen muutoksen laatuun vaikuttaa paljon se, minkälaista oppimisemme on ollut. Soini ym. nostavat esiin käsitteen taitava oppiminen, jolla he kuvaavat tietoista ja uutta tuottavaa oppimista. Tämä eroaa merkittävästi selviytymiseen tähtäävästä oppimisesta. Soinin ym. mukaan taitavassa oppimisessä pystymme sietämään epämuikavuutta, koska tiedämme sen edesauttavan meitä tavoitteidemme saavuttamisessa.

Oppimistamme ohjaavat sisäiset mallit. Sisäiset mallit ovat muistiimme tallentuneita todellisuudesta rakennettuja ja vuorovaikutuksessa kehitettyjä merkitysverkostoja, jotka ohjaavat sitä mihin huomiomme kulloinkin kiinnittyy. Sisäisten mallien käsittely tapahtuu työmuistissa. (Lonka 2014, 13, 17.) Lyhytaikaisen työmuistin lisäksi muistiimme rakentuu pitkäaikaisesta muistista eli säilömuistista. Työmuistissa tapahtuvat tietojen käsittely, muokkaus ja lyhytaikainen tallennus. Pitkäaikainen muisti sen sijaan toimii tietojemme ja taitojemme varastointipaikkana. Oppiaksemme jotain uutta, tulee meidän käsitellä keräämäämme tietoa työmuistissa yhdessä pitkäaikaiseen muistiin tallentamamme tiedon kanssa. (Mellanby & Theobald 2014, 22-23, 27.)

Oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. oppijan motivaatio, käsitys itsestä oppijana, kognitiivisten taitojen hallinta, opetusmenetelmät, vuorovaikutteisuus opettajan ja

oppijan välillä ja opetettavan aiheen sisältö ja tarpeellisuus yksilön kannalta. Koulutuksella voidaan vaikuttaa siihen minkälaisiksi nämä oppimiseen vaikuttavat tekijät muokkautuvat kunkin yksilön kohdalla. Yksilön positiivisen minäkäsityksen ja –pystyvyyden kehittymiseen voidaan vaikuttaa vuorovaikutuksen keinoin. Sopivan haastavien tehtävien valinnalla, kannustavalla palautteella, onnistumisen kokemusten mahdollistamisella ja yksilön vahvuuksien tunnistamisella pystytään edistämään yksilön positiivista käsitystä itsestään oppijana. Minäkäsityksen ja –pystyvyyden lisäksi oppilaan motivaatioon ja sen laatuun vaikuttavat opetuksessa käytetyt opetusmenetelmät, niiden yksilöllistäminen, opetukselle asetut tavoitteet ja se, miten opetusta ja oppimista arvioidaan. (Halinen, Hotulainen, Kauppinen, Nilivaara, Raami & Vainikainen 2016, 82, 86-87.)

Yksi tapa kerätä tietoa oppilaiden osaamisesta ja oppimisesta on tutkia oppilaiden vastausten perusteluita ja niiden tasoa. Oppilaiden vastausten perusteluita ovat tutkineet mm. Evens ja Houssart (2004). Heidän tutkimuksensa tavoitteena oli lisätä ymmärrystä oppilaiden kirjallisista perustelutavoista ja perusteluihin sisältyvistä vaikeuksista. Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella oppilaiden perusteluita tutkimalla voidaan tehdä päätelmiä siitä, onko oppilas ymmärtänyt opiskeltavan asian oikein. Tilanteissa, joissa opettaja huomaa oppilaan ymmärryksessä olevan puutteita, pystyy hän jälkeinpäin tarkentamaan alkuperäisestä vastauksesta puuttuneita tietoja. Oppilaiden perustelut voivat myös muuttua, kun he saavat kuunnella muiden oppilaiden samasta aiheesta muodostamia perusteluita ja kun he osallistuvat tähän yhteiseen keskusteluun. (Evens & Houssart 2004, 269, 282.)

2.1 Matemaattinen oppiminen

Matemaattinen oppiminen vaatii eri matematiikan osa-alueiden harjoittelemista. Näitä osa-alueita ovat numeeriset tiedot, aritmeettiset taidot, ongelmanratkaisutaidot ja konseptuaaliset sekä proseduraaliset tiedot ja taidot. Matematiikan oppiminen on luonteeltaan kumulatiivista. Tämän takia onkin tärkeää, että matematiikan opetuksessa panostetaan hyvän matemaattisen pohjan luomiseen. (Aunola & Nurmi 2018, 55.) Matematiikan oppiaineen tavoitteena on kehittää oppilaiden matemaattista ajattelua, vuorovaikutustaitoja sekä ongelmanratkaisu- ja tiedonkäsittelytaitoja. Tavoitteena on,

että opetuksen avulla pystyttäisiin tuomaan esille matematiikan tarpeellisuutta arkielämässä, ja että oppilaan kuva itsestä matematiikan osaajana kehittyisi positiiviseksi. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 234.)

Matemaattiset taidot voidaan jakaa primaareihin ja sekundaareihin taitoihin sen mukaan kehittyvätkö ne luontaisesti synnynnäisten tekijöiden tukemana, vaiko tavoitteellisesti harjoittelun ja opettelemisen kautta. Primaarien matemaattisten taitojen kehittyminen ei edellytä erillistä harjoittelua tai kielen oppimista. Myöskään kulttuuristen erojen ei ole todettu vaikuttavan näiden taitojen kehittymiseen. Sekundaaristen taitojen kehittyminen puolestaan on vahvasti yhteydessä kulttuuriin ja kulttuurille ominaiseen tapaan välittää tietoa. Jotta sekundaariset matemaattiset taidot kehittyvät, tulee yksilön käyttää paljon aikaa näiden taitojen harjoitteluun, ja harjoittelun tulee olla keskittyntä sekä toistuvaa. Useat tutkijat ovat pohtineet matemaattisten taitojen jakoa primaareihin ja sekundaareihin taitoihin kuitenkin päätyttyä täysin yksimieliseen ratkaisuun siitä, mitkä varhaisista taidoista ovat primaarisia ja mitkä sekundaarisia. Aunio, Hannula ja Räsänen (2008) ovat aikaisempien tutkimusten perusteella tulleet siihen tulokseen, että yksi yhteen –vastaavuutta, pienten lukumäärien tarkkaa havaitsemista ja lukumäärien suhteellista hahmottamista voidaan pitää primaareina matemaattisina taitoina. Perusteluna tähän he esittävät kyseisten taitojen ilmaantuvan ennen kielen kehittymistä ja ilman erillistä harjoittelua. Lisäksi näiden taitojen on todettu olevan yhteneväisiä sekä ihmisillä että eläimillä. (Aunio, Hannula & Räsänen 2008, 199, 201.)

Wright, Martland ja Stafford (2006) ovat tutkineet lasten varhaisten numeeristen taitojen kehittymistä ja niihin vaikuttavia tekijöitä. He ovat jakaneet numeroihin ja lukuihin liittyvän oppimiskehyksen neljään osaan. Nämä neljä osaa sisältävät 11 erilaista näkökulmaa lasten varhaisen numeerisen kehityksen rakentumisesta. Tärkeimmäksi osaksi Wright ym. nostavat varhaisen aritmeettisen oppimisen, joka vaikuttaa vahvasti myös laskemistaitojen myöhempään kehittymiseen. Aritmeettisten taitojen kehittämisessä voidaan nähdä viisi erilaista tasoa. Ennen ensimmäistä tasoa lapsella ei ole vielä taitoa laskea esineitä, eikä hän tiedä lukusanoja. Ensimmäisellä tasolla lapsi pystyy laskemaan havaittavissa olevat esineet. Toisella tasolla lapsi osaa laskea myös piilossa olevia esineitä, mutta hän joutuu aloittamaan laskemisen aina lukujonon alusta. Kolmannella tasolla lapsi osaa aloittaa laskemisen keskeltä lukujonoa yhteenlaskuja laskettaessa. Neljännellä tasolla lapsi osaa käyttää jo parempia

laskustrategioita ja pystyy laskemaan vähennyslaskuja laskemalla vähennettävästä luvusta vähentäjän verran alaspäin. Viimeisellä tasolla lapsen aritmeettiset taidot ovat kehittyneet siihen pisteeseen, että hän osaa käyttää kehittyneempiä laskustrategioita. Näitä ovat esimerkiksi kymmeneen lisääminen, vähennyslasku käänteisenä yhteenlaskuna ja erilaisten tunnettujen tulosten hyödyntäminen. (Wright, Martland & Stafford 2006, 19-22.)

Varhaisten matemaattisten taitojen on todettu ennustavan yksilön myöhempiä matematiikan osaamista ja matemaattisten taitojen kehittymistä. Tällä tarkoitetaan sitä, että yksilöt, joiden matemaattiset taidot ovat hyvät jo nuorena, kehittyvät matemaattisesti nopeammin kuin ne yksilöt, joiden matemaattiset taidot eivät ole yhtä kehittyneitä. Yhtenä ennustavana tekijänä ollaan voitu pitää lapsen varhaisia lukujonotaitoja. Lukujonotaitojen lisäksi matemaattiseen kehitykseen vaikuttavat kielelliset taidot, työmuistin taso, lapsen kokemukset matematiikasta ja motivaatio. Opettajan toiminnalla on nähty olevan vaikutusta siihen, minkälaiseksi lapsen matematiikkaan liittyvä motivaatio kehittyy. (Aunola & Nurmi 2018, 57, 59-61.) Kaasila ja Pehkonen (2009, 95, 101-105) ovat tutkineet luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä tehokkaasta matematiikan opetuksesta. Tutkimustulosten mukaan luokanopettajaopiskelijat näkivät tehokkaan matematiikan opetuksen piirteiksi opetuksen tavoitteellisuuden, joustavuuden, opetuksen yksilöllistämisen, oppilaiden kuuntelemisen ja heidän ajatustensa ymmärtämisen, erilaisten opetusmenetelmien käyttämisen, ongelmakeskeisen opetuksen, arkielämän yhteyksien muodostamisen ja jatkuvan sekä monipuolisen arvioinnin. Kaasila ja Pehkonen toteavat tehokkaaseen matematiikan opetukseen rinnastettujen käsitysten olevan luonteeltaan kulttuurisidonnaisia.

2.2 Oppiminen ympäristöopissa

Ympäristöopin oppiaine käsittelee biologian, maantiedon, kemian sekä terveystiedon tiedonalojen aihealueita ja tuo esiin yksilöiden tekemien valintojen vaikutuksia kestävä kehityksen näkökulmasta katsottuna (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 239). Ympäristöopin oppiaineen tavoitteena on opettaa oppilaille tietoa ja taitoa, joita he pystyvät käyttämään hyväkseen arjessa toimiessaan. Keskeistä on onnistua

luomaan vuorovaikutteinen ja henkilökohtainen suhde oppilaan sekä opiskeltavan aiheen välille. (Juuti 2016, 11.) Perusopetuksen opetussuunnitelman vuosiluokkien 3-6 ympäristöopin tavoitteiden mukaan olisi tärkeää, että oppilaat saisivat suunnitella ja toteuttaa erilaisia tutkimuksia sekä harjoitella havaintojen ja mittausten tekemistä erilaisissa oppimisympäristöissä. Havaintojen ja mittausten tekemisessä oppilaille tulisi olla mahdollisuus hyödyntää monipuolisesti erilaisia välineitä, mittalaitteita ja aisteja. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 240.)

Ympäristöopin, kuten muidenkin luonnontieteitä käsittelevien oppiaineiden opetukseen ja oppimiseen kuuluvat olennaisena osana havaintojen tekeminen ja niiden tulkitseminen. Tehtyihin havaintoihin vaikuttavat aina havainnoitsijan omat käsitykset ja tulkinnat sekä vallalla oleva yleinen käsitys havainnoitavasta kohteesta. (Ahtee, Juuti, Lampiselkä, Lavonen & Suomela 2009, 82.) Hakkarainen ja Ahtee (2011, 161) ovat tutkineet yläkoululaisten oppilaiden luonnonilmiöistä tekemiä havaintoja. Heidän mukaansa oppilaiden, joilla ei ole ollenkaan tai on vain hyvin vähän tietoa tutkittavasta asiasta, on vaikeaa kohdentaa huomiotaan tutkittavan ilmiön kannalta olennaisiin asioihin. Hakkaraisen ja Ahteen mukaan tällöin opettajan merkitys oppilaiden tarkkaavaisuuden ohjaajana korostuu.

Havaintojen tekemisen lisäksi ympäristöopin opiskeluun kuuluu erilaisten prosessitaitojen harjoittelu. Näitä harjoiteltavia prosessitaitoja ovat esimerkiksi kysymysten esittäminen, tutkimuksen suunnitteleminen, tulosten tulkinta, tiedon hankkiminen ja vuorovaikutteisuus. (Ahtee ym. 2009, 82.) Tutkimuksellisen lähestymistavan hyödyntäminen osana ympäristöopin opetusta tarjoaa mahdollisuuden harjoittaa prosessitaitojen kehittymistä. Prosessitaitojen kehittymisen lisäksi tutkimuksellisella lähestymistavalla pystytään harjoittamaan ryhmässä toimimista, pitkäjänteisyyttä ja vastuunottamista. Tutkimuksellinen lähestymistapa voi myös innostaa osaa oppilaista tutkimaan erilaisia luonnonilmiöitä, ja sen avulla voidaan myös kehittää oppilaiden tietoisuutta itsestään oppijoina. Opetettavasta luokasta riippuen tutkimuksellista lähestymistapaa painottavat tehtävät voivat olla joko suljettuja tai avoimia, tutkimuskysymykset voivat olla opettajan tai oppilaiden laatimia ja työskentely voi olla hyvin ohjattua tai vapaata. Nuorempien oppilaiden kohdalla opettajalla on yleensä enemmän vastuuta tutkimuskysymysten laatimisesta ja työskentely on strukturoidumpaa. (Uitto 2016, 120-123.)

2.3 Oppiminen erilaisissa oppimisympäristöissä

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2014) määrittävät oppimisympäristöt erilaisiksi tiloiksi ja paikoiksi, joissa opiskellaan ja opitaan. Näiden tilojen ja paikkojen lisäksi oppimista tapahtuu erilaisissa yhteisöissä ja erilaisia toimintatapoja käyttäen. Opiskelun apuna käytettävät välineet ja materiaalit kuuluvat myös osaksi oppimisympäristöjä. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) mukaan erilaisten oppimisympäristöjen tulisi yhdessä mahdollistaa monipuolinen, erilaisia näkökulmia tarjoava ja luovuutta tukeva oppimisympäristöjen kokonaisuus, joka tukee jokaisen oppilaan opiskelua ja oppimista. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 29.)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (2014) löytyy eri oppiaineiden oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyviä tavoitteita, joista nostan seuraavaksi esiin oman tutkimukseni kannalta olennaiset oppiaineet. Vuosiluokkien 3-6 matematiikan opetuksessa merkittävässä roolissa tulisi olla erilaiset opetusvälineet, opeteltavien aiheiden konkretisoiminen ja monipuolisten työskentelytapojen käyttäminen. Vuosiluokkien 3-6 ympäristöopin opetuksessa oppimisympäristöinä tulisi käyttää koulun omia tiloja, lähiympäristöä, erilaisia yhteisöjä, tieto- ja viestintäteknologiasia ympäristöjä ja mahdollisuuksien mukaan lähialueiden yritysten, museoiden ja muiden toimintatahojen kanssa tehtävää yhteistyötä. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 236, 242.)

Oppimisympäristöjä ja niiden kehittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat tutkineet mm. Sandberg (2016) sekä Kangas, Kopisto, Löfman, Salo ja Krokfors (2017). Sandbergin (2016, 191, 201) mukaan lasten äänten kuuleminen on erityisen relevanttia silloin, kun pyritään tutkimuksen keinoin kehittämään opetusta ja oppimista. Sandbergin tutkimuksessa selvitettiin, miten erilaiset oppijat kokivat oman oppimisympäristönsä. Tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan oppilaiden osallisuus ja oppiminen samassa oppimisympäristössä voi vaihdella suuresti eri oppilaiden välillä. Tämän takia oppilaiden oman äänen kuuntelemiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota koulutusta suunniteltaessa ja tutkimusta tehtäessä. Kangas, Kopisto, Löfman, Salo ja Krokfors (2017, 82, 86) ovat tutkineet oppilaiden toimijuutta erilaisissa oppimisympäristöissä. Tekemänsä tutkimuksen perusteella Kangas ym. tulivat siihen tulokseen, että oppilaiden

toimijuudet olivat erilaisia erilaisissa oppimisympäristöissä toimittaessa. Esimerkiksi puutarhassa toimiessaan oppilaille oli aktiivisempi rooli, kuin luokahuoneessa. Oppimisympäristöjen tutkiminen on tärkeää, jotta voidaan luoda oppilaan toimijuutta ja aktiivisuutta tukevia oppimisympäristöjä.

Oppimisympäristöjä voidaan tarkastella ja ryhmitellä monin eri tavoin. Opetushallituksen julkaisemassa oppimisympäristöjä käsittelevässä raportissa oppimisympäristöt on jaettu viiteen eri ulottuvuuteen sen mukaan, mistä näkökulmasta oppimisympäristöjä katsotaan. Raportissa mainitut viisi ulottuvuutta ovat fyysinen, sosiaalinen, tekninen, paikallinen ja didaktinen ulottuvuus. Fyysisessä ulottuvuudessa oppimisympäristöt nähdään konkreettisina tiloina ja erilaisina tilaratkaisuina, jotka vaikuttavat siihen, miten viihtyisänä tai turvallisenä erilaisissa tiloissa opiskelu ja oppiminen koetaan. Sosiaalisessa ulottuvuudessa oppimisympäristöjä käsitellään sosiaalisen vuorovaikutuksen ja oppimisympäristössä vallitsevan henkisen ilmapiirin kautta. Tekninen ulottuvuus puolestaan korostaa oppimisympäristöjen tieto- ja viestintäteknologista puolta. Oppimisympäristöjen tarkastelu paikallisen ulottuvuuden kautta tuo mukaan koulun ulkopuoliset oppimisympäristöt, joita voivat olla esimerkiksi ympäröivä luonto, kirjastot, museot, oppilaiden harrastukset tai ruokakaupat. Viidentenä mainittu didaktinen ulottuvuus käsittelee oppimisympäristöjä erilaisten didaktisten ratkaisujen mahdollisuutena. Didaktisessa ulottuvuudessa korostuu erityisesti tavoitteellisuus kehittää oppimisympäristöjä opetusta ja oppimista tukevammiksi. (Manninen, Burman, Koivunen, Kuittinen, Luukannel, Passi & Särkkä 2007, 36, 38-41.) Kronqvist ja Kumpulainen (2011, 51) nostavat lisäksi esiin oppimisympäristöjen kulttuurisen ulottuvuuden. Kulttuurinen ulottuvuus tarkoittaa, että oppimisympäristöt ovat aina vahvasti sidoksissa siihen kulttuuriin, ympäröivään yhteiskuntaan ja aikaan missä ja milloin opetus ja oppiminen tapahtuvat. Tämä ilmenee esimerkiksi arvoissa, jotka tulevat esiin erilaisissa oppimisympäristöissä toimittaessa.

Oppimista tapahtuu koko ajan erilaisissa oppimisympäristöissä. Oppimisympäristöjen erilaisista ryhmittelyistä huomataan, ettei koulu ole ainoa paikka, jossa opiskellaan ja opitaan. Todellisuudessa koulun rooli oppimisessa on hyvin vähäinen, ja suurin osa oppilaiden tiedoista ja taidoista on peräisin muista oppimisympäristöistä. Termi ”oppimisen kaikkiallisuus” kuvastaa hyvin sitä, miten oppimista tapahtuu kaikkialla ympärillämme joko huomaamattamme ja/tai tarkoituksenmukaisesti. Oppimisen

kaikkiallisuus tulisi huomioida myös kouluopetuksessa. Haasteena tässä on se, miten koulun ulkopuoliset ja koulun sisäiset oppimisympäristöt saataisiin yhdistettyä parhaalla mahdollisella tavalla niin, että pystyttäisiin huomioimaan oppilaiden koulun ulkopuolisissa oppimisympäristöissä kertyneet tietovarannot. (Kangas, Kopisto & Krokfors 2016, 80.)

Lonka (2014) esittää yhtenä mahdollisuutena oppimisympäristöjen sujuvampaan yhdistämiseen leikillisyyden ja pelillisyyden lisäämisen. Ennen koulun aloittamista lapset oppivat eniten tietoja ja taitoja erilaisten leikkien ja pelien välityksellä. Myös kouluympäristössä leikkien ja pelien on todettu motivoivan oppilaita toimintaan osallistumisessa. Erilaiset leikit ja pelit mahdollistavat myös luovuuden käyttämisen ja eri tieto- ja taitoalueiden mielekkään yhdistämisen. (Lonka 2014, 111, 113.) Oppilaan koulun ulkopuolella erilaisissa oppimisympäristöissä opitut tiedot voidaan huomioida kouluopetuksessa tarjoamalla oppilaille mahdollisuus keskustella ja kertoa omista ajatuksistaan. Jotta luonnollista keskustelua syntyisi, tulisi oppimisympäristön olla mahdollisimman avoin, joustava ja turvallinen. Keskustelun avulla pystytään tuomaan näkyväksi myös oppimisympäristöjen eri ulottuvuuksia ja niitä näkökulmia, joista oppimisympäristöjä voidaan tarkastella. (Kumpulainen, Krokfors, Lipponen, Tissari, Hilppö & Rajala 2010, 41-42.)

Oppimisympäristöjen yhdistämisen yhtenä haasteena on ollut se, että oppimisympäristöjen kehittämisen suunnittelusta ovat vastanneet pääasiassa aikuiset. Oppimisympäristöjen kehittäminen ja erilaisten oppimisympäristöjen onnistunut yhdistäminen vaikuttavat kuitenkin paljon siihen, miten oppilaiden oppiminen ja opiskelu toteutuvat. Tämän takia lasten ja nuorten tulisikin olla mukana oppimisympäristöjen kehittämisen suunnittelemisessa. Lasten ja nuorten suunnitteluun mukaan ottamisella ei pelkästään pystytä kehittämään oppimisympäristöjä oppilaslähtöisimmiksi, vaan suunnitteluun mukaan ottaminen antaa oppilaille kokemuksia osallistumisesta sekä vastuunottamisesta ja tukee heidän toimijuuden kehittymistä. (Kronqvist & Kumpulainen 2011, 46-47.)

Oppimisympäristöjen kehittämisen suunnittelua ohjaa ajatus siitä, minkälainen hyvän oppimisympäristön tulisi olla. Kronqvistin ja Kumpulaisen (2011) mukaan hyvän oppimisympäristön tulisi tukea opetuksen ja oppilaiden itse asettamien tavoitteiden

toteutumista, tarjota sopivasti eritasoisia haasteita, mahdollistaa vuorovaikutteisuus ympäristön sekä muiden toimijoiden kanssa ja tarjota mahdollisuus arvioinnin toteuttamiseen, palautteen antamiseen ja itsenäisen toiminnan kehittämiseen. Oppimisympäristöjen tulisi olla myös mahdollisimman autenttisia ja niiden tulisi tukea eettisen ajattelun kehittymistä. (Kronqvist & Kumpulainen 2011, 50-51.) Opetushallituksen julkaisemassa oppimisympäristöjä käsittelevässä raportissa mainitaan lisäksi hyvän oppimisympäristön kriteerinä kulttuurierojen ja moninaisuuden huomioiminen. Tällä tarkoitetaan oppijoiden erilaisten tarpeiden ja taustojen huomioimista opetusta suunniteltaessa ja erilaisia opetusmenetelmiä valitessa. (Manninen ym. 2007, 56.)

3 VIRHEKÄSITYKSET

Barlow, Watson, Tessema, Lischka ja Strayer (2018) määrittelevät virhekäsitykset virheellisiksi näkökulmiksi ja ajatuksiksi, joita oppilaat pitävät totena. Virhekäsitysten syntyyn vaikuttavat oppilaiden aikaisemmat väärinymmärrykset sekä tiedostamaton virheellinen ajattelu. (Barlow, Watson, Tessema, Lischka ja Strayer 2018, 388.)

Käsitteeseen virhekäsitys sisältyy jonkun verran virheellisiä yleistyksiä, joita mm. Keeley (2012) on kohdannut tutkiessaan opettajien ja kasvattajien näkemyksiä oppilaidensa ajatteluun sisältyvistä virheistä. Yksi virheellinen ajattelumalli on se, että virhekäsityksiä olisi vain heikosti menestyvillä oppilailla. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, vaan virhekäsityksiä on kaiken ikäisillä ihmisillä riippumatta heidän sosioekonomisesta asemastaan tai koulutustasostaan. Virheellisesti usein myös ajatellaan, että virhekäsitysten oppiminen tapahtuisi yksinomaan koululuokan ulkopuolella. Näin ei kuitenkaan ole, vaan oppilaat omaksuvat virhekäsityksiä myös koulussa joko tahallisesti tai tahattomasti. Virhekäsityksistä ajatellaan myös usein, että niiden esiintyminen koululuokassa olisi pahasta, ja että ne tulisi korjata välittömästi. Sen sijaan, että opettaja välittömästi huomattuaan korjaisi oppilaan virhekäsityksen, olisi oppilasta hyödyttävämpää, jos opettaja tukisi ja ohjaisi oppilasta pohtimaan ja haastamaan omaa ajatteluaan. Oma ajatteluaan kriittisesti tarkasteltuaan oppilas voi huomata oman virheellisen ajattelumallinsa, ja näin ollen hän voi muuttaa käsitystään aiheesta. Omien ajatusten tarkastelemisella voidaan saada aikaan syvempää ymmärrystä ja ajatuksen kehitystä, jonka johdosta virhekäsitysten esiintymistä ei voida pitää täysin pahoina. (Keeley 2012, 12-13.)

Virheitä syntyy myös muutoinkin, kuin oppilaiden virhekäsitysten aiheuttamana. Ryanin ja Williamin (2007) mukaan virheelliset vastaukset tehtävissä voivat olla täysin tahattomia ja vahingossa syntyneitä. Virheelliset vastaukset voivat johtua esimerkiksi siitä, että oppilas on lukenut tai ymmärtänyt tehtävänannon väärin, hän ei muista lukemaansa oikein, hän kärsii tiedollisesta ylikuormittumisesta, jonka johdosta hän vastaa tehtävään väärin tai hän tekee liian hätäisiä johtopäätöksiä ja vastaa tehtäviin hätiköiden ja ilman kunnollista pohdintaa. Myös motivaation puutteen sekä ahdistuneisuuden on todettu vaikuttavan vastauksissa esiintyvien virheiden määrään kasvattavasti. (Ryan & William 2007, 13-14.)

3.1 Miten virhekäsitykset syntyvät ja miten niihin voidaan vaikuttaa?

Ihmiset tutkivat maailmaa ja tekevät omia päätelmiään havainnoistaan ja kokemuksistaan jo nuoresta iästä lähtien. Tämän johdosta monet oppilaiden virhekäsityksistä ovat syntyneet jo kauan ennen kouluopetuksen alkamista. Virhekäsitysten syntymiseen vaikuttavat usein oppilaiden omat intuitiot ja niiden pohjalta tehdyt päätelmät käsiteltävästä aiheesta. Virhekäsityksiä syntyy helposti myös oppilaiden puutteellisen käsitevaraston johdosta. Oppilas saattaa tällöin käyttää arkielämässään oppimaansa käsitettä virheellisesti kuvaamaan uutta käsiteltävää asiaa. Virhekäsityksiä voi syntyä myös silloin, kun oppilas käyttää ja/tai soveltaa jotain oppimaansa mallia väärässä kontekstissa. (Lampiselkä 2016, 46-47.)

Virhekäsitysten syntyyn tai jo syntyneisiin virhekäsityksiin voidaan vaikuttaa tuomalla ne esiin kouluopetuksessa. Barlowin, Watsonin, Tesseman, Lischkan ja Strayerin (2018) mukaan oppilaiden virhekäsityksiä sisältävien ajatusten ja vastausten yhteinen tarkasteleminen hyödyttää kaikkia luokan oppilaita. Luokassa tapahtuvan virhekäsitysten yhteisen tarkastelun avulla voidaan muuttaa oppilailta jo olevia virhekäsityksiä tai tarkentaa oppilaiden ymmärrystä käsiteltävästä aiheesta. Yhteisen tarkastelun avulla voidaan myös ehkäistä mahdollisten virhekäsitysten syntymistä. (Barlow, Watson, Tessema, Lischka & Strayer 2018, 389.) diSessa (2014) jakaa samoja ajatuksia Barlowin ym. kanssa. Hänen mukaansa opetuksessa tulisi käsitellä oppilailta entuudestaan olevia tietoja, ajatuksia ja uskomuksia, jotta voitaisiin saada aikaan muutosta oppilaiden oppimisessa. Oppilailta olevia virhekäsityksiä ei tulisi sivuuttaa, vaan niitä tulisi hyödyntää osana opetusta. Virhekäsitysten hyödyntämisellä voi olla positiivinen vaikutus käsitteellisen muutoksen synnyssä. (diSessa 2014, 89-90.)

Vosniadoun ja Skopellin (2017) mukaan käsitteellisen muutoksen aikaansaamiseksi opetuksessa voidaan käyttää myös tekstejä, jotka kumoavat oppilaiden virhekäsityksiä. Kumoamistekstien ideana on esittää oppilaiden tyypillisimpiä virhekäsityksiä käsiteltävästä aiheesta ja perustella sen jälkeen miksi virheellinen käsitys ei todellisuudessa voi olla mahdollinen. Tekstin lukemisella voidaan mahdollisesti saada aikaan käsitteellistä muutosta. (Vosniadou & Skopelli 2017, 2030.)

Käsitteisiin liittyvien jo syntyneiden virhekäsitysten muuttamiseksi opetuksessa voidaan pyrkiä luomaan oppilaalle kognitiivinen konflikti uudesta opiskeltavasta aiheesta. Kognitiivisessa konfliktissa oppilaan aikaisempi tieto on ristiriidassa oppilaan tekemien havaintojen kanssa. Uudet havainnot opeteltavasta aiheesta voivat aiheuttaa oppilaalle kognitiivisen konfliktin, jonka seurauksena oppilaan ajatus opeteltavasta aiheesta voi muuttua. Oppilaan ajatuksen muuttuessa virhekäsitys käsiteltävästä aiheesta poistuu ja tapahtuu käsitteellinen muutos. Kognitiivisia konflikteja voidaan luoda esimerkiksi pienten tutkimusten, kokeiden ja vertailun avulla. (Uitto 2016, 73-74.) Oppilaalla olevan ymmärryksen muuttamiseksi voidaan opetuksessa hyödyntää myös argumentaatioharjoituksia. Keskusteluun osallistuessaan oppilas on usein hyvin tietoinen omista käsityksistään ja pystyy näin ollen vertailemaan omia ajatuksiaan muiden ajatuksiin. Ristiriitaisia käsityksiä kohdatessaan oppilaan ajatus käsiteltävästä asiasta voi muuttua, jos perustelut eriävän ajatuksen puolesta ovat tarpeeksi vakuuttavia. (Osborne, Simon, Christodoulou, Howell-Richardson & Richardson 2013, 317.)

3.2 Virhekäsitykset matematiikassa ja ympäristöopissa

Matematiikan ja ympäristöopin aihepiirejä käsittelevien tutkimusten joukosta löytyy useita tutkimuksia, joissa käsitellään oppilailla olevia yksittäisiä virhekäsityksiä. Avaan seuraavaksi alla niitä tutkimuksia, jotka käsittelevät matematiikkaan ja ympäristöoppiin sisältyviä virhekäsityksiä. Virhekäsityksiä sisältävien tutkimusten kartoittaminen on vaikuttanut oman tutkimukseni kyselylomakkeen muotoutumiseen. Avaan ensimmäiseksi matematiikkaan sisältyviä virhekäsityksiä, jonka jälkeen käsitelen ympäristöopin virhekäsityksiä.

Matematiikka

Jakolaskuihin liittyy paljon virhekäsityksiä, joista monet tulevat esiin murto- ja desimaaliluvuilla laskettaessa. Yleisiä virhekäsityksiä ovat mm. se, että suurempi luku tulisi aina jakaa pienemmällä luvulla, kertolaskuissa tulo on suurempi kuin kerrottava luku ja jakolaskuissa osamäärä on pienempi kuin jaettava luku. Osalla oppilaista voi olla myös virhekäsitys, jonka mukaan kaikki luvut on mahdollista jakaa lukuyksiköittäin. Tämänkaltainen virhekäsitys tulee hyvin esiin tilanteissa, joissa

jakajana on kaksinumeroinen luku. Jakolaskuihin voi liittyä myös epätavallisempi virhekäsitys, jonka mukaan jakolaskun osamäärä olisi mahdollista ratkaista vähennyslaskua käyttämällä. (Laine, Huhtala & Kaasila 2018, 77-79.)

Murtolukujen ymmärtämisen vaikeutta ja murtolukujen konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon välistä suhdetta ovat tutkineet Gabriel, Coché, Szucs, Carette, Rey ja Content (2013). Tutkimuksen aineisto kerättiin 4.-6. luokan oppilailta kaksiosaisella testillä, joka mittasi murtolukujen konseptuaalista ymmärtämistä ja proseduraalista osaamista erilaisten tehtävien avulla. Tutkimuksessa selvisi, että oppilaat pärjäsivät hyvin tehtävissä, joissa kokonaisuudesta piti ottaa tietty osa. Haasteita puolestaan tuottivat tehtävät, joissa annetut murtoluvut tuli sijoittaa oikeaan järjestykseen lukujonolle ja laskutehtävät, joissa murtoluvut olivat erinimisiä. Lukujonotehtävissä syntyneet virheet johtuivat pitkälti siitä, ettei oppilas ollut verrannut tai osannut verrata jo lukusuoralle asetettuja murtolukuja. Laskutehtävissä puolestaan oppilas saattoi virheellisesti laskea yhteen keskenään nimittäjät ja osoittajat. Osa oppilaista käytti siis luonnollisiin lukuihin liittyviä periaatteita rationaalilukuihin liittyvien sääntöjen sijaan. Gabrielin ym. mukaan murtolukujen proseduraalisen taidon harjoittelu ei yksistään ole riittävää, vaan murtolukujen todellisen ymmärtämisen saavuttamiseksi on panostettava myös murtolukujen konseptuaalisen tiedon ymmärtämiseen. (Gabriel, Coché, Szucs, Carette, Rey & Content 2013, 3-4, 8-10.)

Ympäristöoppi

Sormunen, Hartikainen-Ahia ja Koskela (2021, 135, 137-140) ovat tutkineet opettajaopiskelijoiden ajatuksia ja mielipiteitä luonnontieteiden kouluopetukseen liittyvistä haasteista ja luonnontieteitä käsittelevien oppiaineiden opetukseen liittyvistä oppilaiden tuen tarpeista. Tutkimuksen aineisto kerättiin vuosien 2015-2018 aikana. Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan opettajaopiskelijat kokivat ympäristöopin oppiaineen opetuksen haasteiksi abstraktien käsitteiden, syy-seuraussuhteiden ja vaikeiden aiheiden, kuten esimerkiksi yhteyttämisen, voiman ja valon toimintaperiaatteen ymmärtämisen. Ympäristöopin oppiaineen haasteena pidettiin myös kokonaisuuksien hahmottamisen vaikeutta ja tutkivan ja kokeellisen toimintaperiaatteen käyttöä osana opiskelua. Myös opetuksessa käytettävien kaavojen, symbolien ja laskutehtävien ajateltiin voivan aiheuttaa haasteita osalle oppilaista.

Haslag ja Concannon (2012, 64, 68) ovat tutkineet viidesluokkalaisten virhekäsityksiä valosta. Suurimmalla osalla Haslagin ja Concannonin tutkimukseen osallistuneista viidesluokkalaisista oli virhekäsitys, että kun pimeässä huoneessa sytytetään lamppu, niin valo täyttää koko huoneen, eikä valo sen jälkeen enää liiku. Noin puolella (48%) tutkimukseen osallistuneista oppilaista oli virhekäsitys, että näemme esineet, koska ne absorboivat kaiken valon. Tutkimuksessa tuli näiden käsitysten lisäksi myös virhekäsitys siitä, että valo olisi vain yhden väristä. Haslagin ja Concannonin mukaan valon käsitteen on todettu olevan vaikea lapsille ja nuorille, mutta myös osalle aikuisista. Tämän johdosta valoon liittyvien käsitteiden ja periaatteiden huolellinen ja monipuolinen käsitteleminen kouluissa olisi todella tärkeää.

Vosniadou ja Skopelli (2017) ovat tutkineet kolmannen ja viidennen luokan oppilaiden käsityksiä päivän ja yön vaihteluiden syistä. Tutkimuksessaan he ovat kiinnostuneita oppilailla olevista virhekäsityksistä ja niiden mahdollisesta muuttumisesta tieteellisen tekstin lukemisen jälkeen. Aikaisempien tutkimusten mukaan osalla ala-asteen oppilaista oli vaikeutta ymmärtää, että päivä- ja yösykliä vaihtuminen johtuvat maapallon pyörimisestä oman akselinsa ympäri. Vosniadoun ja Skopellin tutkimuksessa nousi esiin erilaisia virhekäsityksiä päivän ja yön vaihtumisen syistä. Osa tutkimukseen osallistuneista oppilaista ajatteli, että päivän ja yön vaihtelu johtuvat auringon laskemisesta vuorten taakse ja kuun nousemisesta. Osa taas ajatteli auringon ja kuun kiertävän maapalloa. Jotkut oppilaista ymmärsivät maan pyörimisen akselinsa ympäri, mutta luulivat auringon ja kuun olevan kiinnittyneinä maapallon vastakkaisille puolille. Vosniadoun ja Skopellin tutkimuksen mukaan oppilaalle ennestään olevan tiedon ja uuden luetun tieteellisen tiedon välinen ristiriidan on todettu johtavan virhekäsitysten syntymiseen lähinnä silloin, kun oppilaan lukemassa tekstissä esitetään jotain uutta tieteellistä tietoa. Uutta tietoa omaksuessaan oppilas joutuu rakentamaan kokonaan uuden ajattelumallin käsiteltävästä aiheesta, joka voi johtaa uudenlaisen virhekäsityksen syntymiseen. Huomion arvoista on, että oppilaan alkuperäiset käsitykset aiheesta ovat usein rinnakkain tieteellisen käsitysten kanssa myös sen jälkeen, kun käsitteellinen muutos on tapahtunut. (Vosniadou & Skopelli 2017, 2031-2032, 2047.)

4 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimukseni tavoitteena on tutkia, minkälaisia perusteluita viidennen luokan oppilaat esittävät vastauksilleen matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä. Tutkimuksessani haluan myös selvittää, minkälaisia viidennen luokan oppilaiden perustelut ovat, kun oppilailla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tavoitteenani on myös tutkia, miten oppilaat kokevat oman oppimisensa matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa.

Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Millä tavoin viidennen luokan oppilaat perustelevat vastauksiaan matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä?

Alakysymys: Minkälaisia perustelut ovat matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta?

2. Mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa?

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

5.1 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen tarkoitus

Tutkimukseni on tutkimus menetelmältään mixed methods tutkimus, jossa yhdistyy sekä kvalitatiivisen että kvantitatiivisen tutkimuksen piirteitä. Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen toimintatapojen yhdistämisellä on mahdollista saada laajempaa ymmärrystä tutkittavasta kohteesta. Yhdistäminen tarjoaa myös mahdollisuuksia sellaisten tutkimuskysymysten asettamiseen, joiden tarkastelu pelkästään toisen tutkimusstrategian näkökulmasta olisi suppeampaa. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 78.) Tutkimuksen lähtökohtana tulisi aina olla tutkimusongelma, johon halutaan etsiä vastausta. Tutkimusmenetelmän valinnassa tulisi siis hyödyntää niitä menetelmiä, joiden avulla on mahdollista saada vastaus asetettuun tutkimusongelmaan. (Kananen 2014, 142.)

Mixed methods tutkimuksissa tutkimuksen selkeyttämiseksi on järkevää, että pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi valitaan vain yksi tutkimusstrategioista (Metsämuuronen 2009, 266). Oma tutkimukseni on pääpainoltaan kvantitatiivinen. Kvantitatiivisuus näkyy tutkimuksessani aineistonkeruumenetelmän valinnassa ja tutkimustulosten esittelyssä. Toiseen tutkimuskysymykseeni saatujen vastausten analysoinnissa ja tulosten esittämisessä näkyy vahvasti kvantitatiiviselle tutkimukselle tyypillisiä piirteitä. Kvalitatiivisuus tulee esiin tutkimukseni aineiston analysoinnissa. Kvalitatiivisten tutkimusten tarkoituksena on löytää uusia näkökulmia ja tuoda esiin totuuksia sen sijaan, että vain todennettaisiin jo tiedettyjä väittämiä todeksi (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 161). Tutkimukseni tavoitteena on tuoda esiin viidennen luokan oppilaiden esittämiä erilaisia perusteluita matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastattaessa. Oppilaiden esittämien perusteluiden kartoittaminen kuvastaa hyvin tyypillistä kvalitatiivisten tutkimusten tarkoitusta.

Tutkimukseni tarkoituksena on kartoittaa ja kuvailla, minkälaisia perusteluita viidennen luokan oppilaat esittävät matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa ja minkälaisia nämä perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tutkimukseni tarkoituksena on myös kartoittaa, mistä viidennen luokan oppilaat

kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastattaessa. Kartoittavissa tutkimuksissa ideana on tutkia mitä tapahtuu ja minkälaisia vastauksia tutkimuskysymyksiin saadaan, kun tutkittaville esitetään kysymyksiä. Saaduista tutkimustuloksista voidaan muodostaa keskeisiä teemoja, malleja ja luokkia. Kuvailevien tutkimusten tarkoituksena puolestaan on nostaa esiin tutkimuksessa esiin nousseita kiinnostavia yksityiskohtia ja esittää tarkkoja kuvauksia tutkittavista henkilöistä ja ilmiöistä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 138-139.)

5.2 Tutkimuksen kohdejoukko

Tutkimukseni kohdejoukoksi valikoitui peruskoulun viidennen luokan oppilaat. Kohdejoukon valinnan tein tutustumalla aiempiin virhekäsityksistä ja niiden esiintyvyydestä tehtyihin tutkimuksiin. Tämän lisäksi peilasin tutkimuksista löytyneitä virhekäsityksiä perusopetuksen opetussuunnitelmaan ja matematiikan ja ympäristöopin oppikirjoihin. Matematiikan oppikirjoista tutustuin Kymppi ja Tuhattaituri oppikirjasarjojen kirjoihin. Ympäristöopin oppikirjoista tutustuin Tutkimusmatka, Pisara, Koulun ympäristötieto ja Luontoon oppikirjasarjojen kirjoihin. Tutkittuani oppikirjoja ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita ja verrattuani eri luokilla käsiteltäviä aiheita aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista löytämiini virhekäsityksiin, päädyin valitsemaan viidennen luokan oppilaat tutkimukseni kohdejoukoksi.

Tutkimukseeni osallistuneet viidennen luokan oppilaat (N=83) valikoituivat Satakunnan alueen kouluista satunnaisesti. Lähetin syksyllä 2020 Satakunnan alueen koulujen rehtoreille ja opettajille sähköposteja, joissa esittelin tutkimukseni ja kysyin halukkuutta osallistua tutkimukseeni. Halusin tutkimukseeni mukaan mahdollisimman paljon osallistujia, jotta vastauksista tulisi esiin tarpeeksi paljon virhekäsityksiä sisältäviä vastauksia. Tutkimukseeni osallistui viisi viidettä luokkaa kolmesta eri koulusta. Lähetin tutkimukseeni osallistuvien luokkien luokanopettajille tutkimuslupa-anomukset (LIITE 1 ja LIITE 2), jotka he jakoivat oppilaiden huoltajille. Tutkimukseen osallistuvien luokkien oppilaiden huoltajista 86 antoi luvan tutkimukseen osallistumiselle. Vastauksia tutkimukseeni sain 83:lta viidennen luokan oppilaalta. Kaikki tutkimukseeni osallistumiseen luvan saaneet oppilaat eivät vastanneet tutkimukseen, sillä osa heistä oli poissa koulusta tutkimuksen toteutuspäivänä.

Tutkimukseen vastaamista ei pyydetty jälkikäteen poissa olevilta oppilaita, koska tällöin olisi ollut mahdollista, että tutkimukseen jo vastanneet oppilaat olisivat kertoneet tietoja tutkimuskysymyksistä tutkimuksen toteutuspäivänä koulusta poissa olleille oppilaille.

5.3 Aineistokeruumenetelmä

Keräsin tutkimusaineistoni syksyllä 2020 sen jälkeen, kun olin saanut oppilaiden huoltajien täyttämät tutkimusluvut takaisin. Tutkimukseni aineistonkeruumenetelmänä käytin paperista kyselylomaketta. Päädyin juuri tähän aineistonkeruumenetelmään, koska halusin saada laajan kuvan siitä, minkälaisia perusteluita viidennen luokan oppilaat esittävät matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastattaessa. Halusin myös selvittää, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat tietojensa olevan peräisin ja mikä/mitkä kyselylomakkeen vaihtoehdoista on valittu useimmiten kuvaamaan oppilaiden omaa kokemusta oppimisestaan. Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2015) mukaan kyselytutkimuksen yhtenä etuna on juuri se, että sen avulla pystytään keräämään helposti suureltakin ihmisjoukolta vastauksia samoihin esitettyihin kysymyksiin. Tämän lisäksi vastausten analysoiminen tietokoneella on useimmiten selkeää ja nopeaa. Hirsjärvi ym. mainitsevat kyselytutkimuksen yhdeksi haitaksi mahdollisen vastauskadon. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 195.) Vastauskato ei näkynyt omassa tutkimuksessani, sillä tutkimusaineiston kerääminen toteutettiin oppilaiden omissa luokissa ja tutkimuksen toteutuspäivänä suurin osa oppilaista oli paikalla koulussa.

Kyselylomakkeeni (LIITE 3) rakentuu seitsemästä kysymyksestä. Kysymykset yksi, kaksi ja seitsemän ovat luonteeltaan matemaattisia, ja kysymykset kolme, neljä, viisi ja kuusi sisältävät kysymyksiä ympäristöopin aihealueista. Jokainen kysymys sisältää lisäksi a-, b- ja c-kohdat. A-kohdassa oppilaan tehtävänä oli kirjoittaa vastaus kyselylomakkeessa kysytyyn kysymykseen. B-kohdassa oppilaan tuli perustella a-kohtaan kirjoittamaansa vastausta ja c-kohdassa oppilas kirjoitti itse tai valitsi vaihtoehdoista oppimisympäristön tai oppimisympäristöt, joista hän koki oppineensa kyseisen tiedon. Kysymysten a-kohdista kaikki muut paitsi viidennen kysymyksen a-kohdan muotoilin avoimiksi kysymyksiksi. Myös kaikkien kysymysten b-kohdat jätin avoimiksi. Viidennen ja kuudennen kysymyksen b-kohdassa annoin myös

mahdollisuuden piirtää selittävän kuvan kirjallisen vastauksen sijaan tai kirjoitettua vastausta tukemaan. Päädyin käyttämään a- ja b-kohdissa avointa kysymystä, koska tutkimukseni tavoitteena oli saada esiin oppilaiden omia ajatuksia ja perusteluita matematiikan ja ympäristöopin tehtäviin vastattaessa. Hirsjärvi ym. (2015) mukaan avointen kysymysten käyttäminen on hyödyllistä mm. silloin, kun tutkimuksessa halutaan tutkia vastaajien tietämystä tutkittavasta aiheesta, tuoda esiin vastaajille tutkittavasta aiheesta herääviä tuntemuksia tai antaa tutkittaville mahdollisuus vastata omin sanoin esitettyihin kysymyksiin (Hirsjärvi ym. 2015, 201). Kyselylomakkeen kysymysten c-kohdat muotoilin jokaiseen kysymykseen samanlaisiksi. Halusin c-kohdassa selvittää, mistä oppilas kokee oppineensa kysymykseen vastaamansa tiedon. Päädyin käyttämään kysymysten c-kohdissa monivalintakysymystä. Monivalintakysymyksen viimeisessä vastausvaihtoehdossa käytin strukturoidun kysymyksen ja avoimen kysymyksen välimuotoa. Tällä tavoin pystyin mahdollistamaan myös sellaisten oppimisympäristöjen valitsemisen, mitä en ollut kirjoittanut valmiiden vastausvaihtoehtojen joukkoon. Kyselylomakkeeni tutkimuskysymysten aiheet valitsin perehtymällä muiden tutkijoiden tekemiin virhekäsityksiä käsitteleviin tutkimuksiin. Tämän lisäksi perehdyin viidennen luokan matematiikan ja ympäristöopin oppikirjoihin. Ennen tutkimuksen toteuttamista kävimme valmiin kyselylomakkeen huolella läpi yhdessä tutkielmaa ohjaavan opettajani kanssa. Tämän lisäksi testasin kyselylomakkeen toimivuutta etukäteen teettämällä kyselyn yhdellä lähipiirini viidesluokkalaisella.

Kyselyt toteutettiin jokaisessa tutkimukseen osallistuneessa viidennessä luokassa heille parhaiten sopivana ajankohtana. Koronaviruspandemian (COVID-19) takia kouluihin ei otettu vierailijoita, jonka takia en itse päässyt paikalle luokkahuoneeseen tutkimuksen toteutuspäivänä. Toimitin ennen kyselytutkimuksen toteuttamista tutkimukseen osallistuneiden luokkien luokanopettajille kirjalliset ohjeet kyselyyn vastaamisesta sekä valmiiksi tulostetut kyselylomakkeet. Ohjeistin luokanopettajia lukemaan kirjoittamani ohjeet luokalle ennen kyselylomakkeiden jakamista. Tämän lisäksi olin kirjoittanut kyselylomakkeen ensimmäiselle sivulle lyhennetyt ohjeet, joista oppilaan oli helppo tarkistaa vastaamiseen sisältyvää ohjeistusta. Tutkimukseni tutkimusapulaisina toimivat luokkien omat opettajat, jotka antoivat oppilaille ohjeet, valvoivat kyselyyn vastaamista ja keräsivät täytetyt kyselylomakkeet. Kun kyselylomakkeet oli saatu täytettyä, kävin

noutamassa ne kouluilta. Kyselylomakkeisiin ei kerätty tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden nimiä heidän anonymiteettinsä suojelemiseksi.

5.4 Aineiston analysointi

Analysoin tutkimusaineistoni käyttämällä sisällön erittelyä ja luokittelua. Sisällön erittelyn avulla tutkittavista dokumenteista voidaan tehdä havaintoja ja päätelmiä jakamalla aineistoa erilaisiin sisältöluokkiin. Ennen sisältöluokkiin jakamista tulee aineiston, aikaisempien tutkimusten tai teorian pohjalta rakentaa luokitusrunko, jota käytetään myöhemmin luokittelun perusteena. (Jyrhämä 2004, 225.) Luokittelussa dokumenteista etsitään yhteneväisiä piirteitä, joiden perusteella tekstipätkät ja käsitteet luokitellaan ryhmiin. Yhtenäisten piirteiden etsiminen vaatii tutkijalta tarkkuutta ja aineiston huolellista tarkastelua. Aineiston analysointiin vaikuttaa vahvasti se, minkälaisella näkökulmalla tutkija aineistoaan tarkastelee. (Kananen 2014, 113, 115.)

Aloitin tutkimusaineistoni analysoinnin kirjaamalla ja tallentamalla kyselylomakkeiden vastaukset ja perustelut yhdelle tiedostolle. Tutkimusaineiston tarkastelun helpottamiseksi kyselylomakkeet numeroitiin yhdestä 83:een. Tiedostolle kirjattujen oppilaiden vastaukset värikoodattiin oikeiksi ja vääriksi sen perusteella, miten oppilas oli tehtävään vastannut ja miten hän oli vastaustaan perustellut. Tiedostolle kirjattuihin vastauksiin merkittiin myös, oliko oppilaan vastauksessa ja/tai vastuksen perusteluissa nähtävissä virhekäsityksiä. Virhekäsitysten arviointi tehtiin tutkimalla oppilaiden antamia vastauksia ja perusteluita. Avaan osiossa 6 TULOKSET tarkemmin sitä, miten oppilaiden vastaukset määritettiin oikeiksi ja vääriksi kunkin kysymyksen kohdalla. Tuloksissa käsittelem myös tarkemmin, miten vastauksissa olevien virhekäsitysten määrittäminen tapahtui kunkin kysymyksen kohdalla.

Tutkimuksessani käytetty kyselylomake sisälsi matemaattisia kysymyksiä ja ympäristöopin aihepiirejä käsitteleviä kysymyksiä. Tutkimustulosten selkeyttämiseksi ja asetettujen tutkimuskysymysten takia analysoin matematiikan ja ympäristöopin kysymykset erikseen. Matematiikan kysymysten perustelut luokiteltiin seitsemään ryhmään. Luokittelussa syntyneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin sekä tyhjä/hylätyt*. Matematiikan

kysymysten tavoin myös ympäristöopin kysymysten perustelut luokiteltiin seitsemään ryhmään. Luokittelussa syntyneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut* sekä *tyhjät/hylätyt*. Perusteluiden luokittelu tapahtui vastauksia ja perusteluita läpi lukemalla ja merkitsemällä aina tietyn luokitusyksikön sisältämät tekstipätkät samoihin ryhmiin. Ympäristöopin kysymysten vastauksissa oli nähtävissä paljon perusteluita, jotka sopivat pelkästään kysymyksen aiheeseen. Tämän takia ympäristöopin kysymyksissä yhdeksi perusteluiden ryhmäksi muodostui tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmä. Luokittelun jälkeen tarkasteltiin, mitä perusteluita oppilaat olivat käyttäneet eniten vastauksissaan ja mitä vähiten. Vastauksissa tarkasteltiin erikseen oikein ja väärin vastanneiden oppilaiden perusteluita ja oppilaiden perusteluita, joilla oli virhekäsityksiä kysytystä aiheesta.

Toisessa tutkimuskysymyksessäni halusin selvittää, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa. Selvitin tähän vastausta kyselylomakkeeni kysymysten c-kohdissa. Matemaattisten ja ympäristöopin kysymysten c-kohdat olivat muodoltaan monivalintakysymyksiä, joissa viimeisenä vastausvaihtoehtona oli strukturoidun ja avoimen kysymyksen välimuoto. Tulosten analysoinnissa käytettiin taulukkolaskentaohjelmaa, johon kyselytutkimuksen vastaukset kirjattiin. Vastauksista merkittiin oppilaiden valitsemat oppimistaan kuvaavat ryhmät ja valittujen ryhmien määrä. Kysymysten c-kohdissa annetut vaihtoehdot olivat koulu, vanhemmat tai muut läheiset aikuiset, sisarukset, kaverit, harrastukset, Internet ja/tai sosiaalinen media, televisio, kirjat ja/tai lehdet, kokemuksen kautta ja jostain muualta. Vastausvaihtoehdot olivat samat sekä matematiikan että ympäristöopin kysymyksissä. Vastausvaihtoehtojen kirjaamisen jälkeen tarkasteltiin, mitä oppimisympäristöjä oppilaat olivat valinneet kuvaamaan omaa oppimistaan.

Tutkimustulosten esittelyn tukena käytin taulukoita ja lainauksia oppilaiden vastauksista. Näiden lisäksi esittelin muutamia oppilaiden perusteluista, joissa vastauksen perusteluna käytettiin selittävää kuvaa. Taulukoiden käyttö tutkimustulosten esittelyssä lisää tekstin ymmärrettävyyttä ja selkeyttä kokonaiskuvaa. Taulukoiden käytöllä pystytään myös esittämään tietoa taloudellisemmin kuin teksteissä, joissa taulukko-osuudet on vain kirjoitettu auki. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 322.)

6 TULOKSET

Tarkastelen ensimmäisenä kyselytutkimuksesta saatuja tuloksia ensimmäiseen tutkimuskysymykseeni. Avaan ensin kyselytutkimukseni matemaattisiin kysymyksiin (kysymykset 1, 2 ja 7) saatuja perusteluita ja tämän jälkeen ympäristöopin kysymyksiin (kysymykset 3, 4, 5 ja 6) saatuja perusteluita. Tämän jälkeen käsittelen kyselytutkimuksesta saatuja tuloksia alakysymykseeni, jossa halusin selvittää minkälaisia perustelut ovat matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Samoin kuin ensimmäisessä tutkimuskysymyksessäni, avaun alakysymyksen perusteluista ensin matemaattisiin kysymyksiin saadut perustelut ja tämän jälkeen ympäristöopin kysymyksiin saadut perustelut. Viimeisenä avaun toiseen tutkimuskysymykseeni saatuja tuloksia.

6.1 Oppilaiden perustelut matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä

Tarkastelen ensimmäiseksi kyselytutkimuksesta saatuja tuloksia ensimmäiseen tutkimuskysymykseeni: ”Millä tavoin viidennen luokan oppilaat perustelevat vastauksiaan matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä?” Avaan ensimmäisenä oppilaiden perusteluita matematiikan kysymyksissä, jonka jälkeen tarkastelen oppilaiden perusteluita ympäristöopin kysymyksissä.

6.1.1 Matematiikan kysymykset

Kyselylomakkeen kysymykset yksi, kaksi ja seitsemän sisältävät kysymyksiä matematiikan aihealueista. Matematiikan tehtävissä vastaukset merkattiin joko oikeiksi tai vääriksi sen perusteella, miten oppilas oli tehtävään vastannut ja miten hän oli vastaustaan perustellut. Matemaattisten kysymysten perusteluista voitiin muodostaa seitsemän erilaista ryhmää. Vastaukset luokiteltiin eri ryhmiin oppilaiden antamien perusteluiden mukaan. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin sekä tyhjät/hylätyt*. Matematiikan ja ympäristöopin kysymyksissä yhtenäistä oli se, että molempien oppiaineiden kysymysten perustelut jakautuivat seitsemään ryhmään. Molempien oppiaineiden

kysymysten perusteluiden luokitteluista löytyivät ryhmät: *minulle on opetettu/kerrottu näin, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin* sekä *tyhjät/hylätyt*.

Avaan alla olevassa taulukossa matematiikan kysymysten perusteluiden jakautumista eri ryhmiin sekä tietoa siitä, kuinka moni vastauksista on merkitty oikeiksi ja kuinka moni vääriksi. Yhteensä riviltä löytyvät luokitellut perustelut yhteenlaskettuna. Yhteensä rivin ylempi luku kertoo yhteenlaskun tuloksen ilman *tyhjät/hylätyt* ryhmää ja alempi *tyhjät/hylätyt* ryhmän kanssa. Taulukossa annetut prosentit on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudella. Taulukon jälkeen avaan matemaattisten kysymysten vastausten käsittelyä sekä sitä, miten olen päätenyt merkitsemään vastaukset oikeiksi tai vääriksi. Taulukkolukujen jälkeen avaan matematiikan kysymyksistä saatuja perusteluita ja annan esimerkkejä perusteluista eri ryhmissä.

Taulukko 1 Matematiikan kysymysten perusteluiden luokittelu

Ryhmät	Kysymys 1		Kysymys 2		Kysymys 7 (0,3)		Kysymys 7 (0,01)	
	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin
Minulle on opetettu/kerrottu näin	7	2	-	2	1	6	1	6
Perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla	15	20	4	39	7	21	7	21
Konkretia (arjen matematiikka)	5	4	-	1	-	1	-	1
Veikkaus/arvaus	4	3	-	21	2	22	-	24
En tiedä/en osaa	-	9	-	11	-	15	-	15
Koska se on niin	10	3	-	3	1	6	-	7
Tyhjät/hylätyt	1	-	-	2	-	1	-	1
Yhteensä	41 (49,4 %) (42 (50,6 %))	41 (49,4%)	4 (4,8 %)	77 (91,6 %) (79 (95,2 %))	11 (13,6 %)	71 (85,5%) (72 (86,7 %))	8 (9,6 %)	74 (89,2 %) (75 (90,4 %))

Kyselytutkimuksen ensimmäisessä kysymyksessä mitattiin oppilaiden tietämystä siitä, kuinka paljon on puolesta puolet. Ensimmäiseen kysymykseen vastasivat kaikki (N=83) tutkimukseen osallistuneet oppilaat. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 42 vastasi tehtävään oikein ja 41 väärin. Oikein vastanneista hyväksyttävä vastauksia oli 41. Yksi oikeista vastauksista hylättiin, koska oppilaan kirjoittamissa perusteluissa oppilas myönsi saaneensa apua toiselta oppilaalta tehtävään vastaamisessa. Näin ollen tehtävän vastaus ei mitannut oppilaan omaa osaamista. Yhdessä vääristä vastauksista oppilaan vastaukseen kirjoittamat perustelut olivat oikein, mutta murtoluvun osoittaja ja nimittäjä oli merkitty väärinpäin. Tässä kohtaa murtoluvun väärin merkitsemisen syynä saattoi mahdollisesti olla huolimattomuusvirhe, mutta koska tästä ei voida saada varmuutta, tulkittiin vastaus vääräksi.

Tehtävän ohjeistuksessa pyydettiin antamaan vastaus murtolukuna. Kyselytutkimuksen ensimmäiseen kysymykseen vastanneista 83:sta oppilaasta 70 antoi vastauksen murtolukuna ja 13 joko desimaalilukuna, prosentteina, laskuesimerkkinä tai kirjoittamalla sanallisen vastauksen. Näistä 13:sta vastauksesta 12 merkittiin vääräksi ja yksi oikeaksi. Oikeassa vastauksessa oppilas oli kirjoittanut vastaukseksi ”*yksi neljäsosa*”. Osassa vääristä vastauksista oppilas oli osoittanut tietävänsä, kuinka jostain luvusta lasketaan puolesta puolet. Oppilas ei kuitenkaan ollut osannut merkitä vastaustaan murtolukuna, joten vastausta ei voitu tulkita oikeaksi.

Kyselytutkimuksen toisessa kysymyksessä mitattiin oppilaiden taitoa asettaa annetut murtoluvut oikeaan järjestykseen lukusuoralle valmiiksi merkittyihin laatikoihin. Merkittävää laatikoita oli yksi enemmän kuin annettuja murtolukuja. Tehtävässä annetut murtoluvut olivat $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{5}{4}$ ja $\frac{2}{12}$. Tämän lisäksi lukusuoralle oli merkitty valmiiksi luvut 0 ja 1.

Kyselytutkimuksen toiseen kysymykseen vastasi 81 oppilasta. Kaksi tutkimukseen osallistuneista oppilaista jätti kokonaan vastaamatta kyselylomakkeen kysymykseen numero kaksi. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 4 vastasi kysymykseen kaksi oikein ja 79 väärin. Vääristä vastauksista kaksi oli tyhjiä ja 77:ään oltiin annettu vastaus. Yhdessä vääräksi luokitellussa vastauksessa oppilas oli osannut laittaa murtoluvut oikeaan suuruusjärjestykseen, mutta hän oli merkinnyt murtoluvut väärin laatikoihin lukusuoralle. Tämän takia vastausta ei merkitty oikeaksi, vaikka oppilas

osoittikin osaavansa laittaa murtoluvut oikeaan suuruusjärjestykseen. Osa kysymykseen kaksi vastanneista oppilaista oli osannut merkitä osan annetuista murtoluvuista oikeille paikoille, mutta koska kaikki murtoluvut eivät olleet oikeilla paikoilla, merkittiin koko vastaus vääräksi. Esimerkiksi vääristä vastauksista 11:ssä $\frac{5}{4}$ oli osattu merkitä oikein lukusuoralle. Näillä oppilailla oli siis tieto siitä, että $\frac{5}{4}$ on suurempi kuin 1.

Kyselytutkimuksen toiseen kysymykseen vastanneista 81:stä oppilaasta 13 kirjoitti lukusuoralle merkittyihin laatikoihin muita lukuja tehtävässä annettujen murtolukujen sijaan. Kymmenessä vastauspaperissa oppilas oli kirjoittanut kaikkiin viiteen lukusuoralla olevaan laatikkoon luvun, vaikka murtolukuja oli tehtävänannossa annettuna vain neljä. Näiden lisäksi vastauspapereiden joukosta löytyi neljä vastausta, joissa lukusuoralla oleviin laatikoihin oltiin sijoitettu vain osa annetuista murtoluvuista. Nämä kaikki 13 vastausta tulkittiin vääriksi vastauksiksi.

Kyselytutkimuksen seitsemännessä kysymyksessä mitattiin oppilaiden taitoa muuttaa annetut desimaaliluvut murtoluvuiksi. Annetut desimaaliluvut olivat 0,3 ja 0,01. Kyselytutkimuksen seitsemänten kysymykseen vastasi 82 oppilasta 83:sta tutkimukseen osallistuneesta oppilaasta. Yksi tutkimukseen osallistuneista oppilaista jätti kokonaan vastaamatta kyselylomakkeen kysymykseen numero seitsemän. Ensimmäisen desimaaliluvun (0,3) murtoluvuksi muuttamisen sai oikein 11 kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista, kun taas 71 oppilasta ei osannut muuttaa desimaalia oikein. Toisen desimaaliluvun (0,01) muuttamisen sai oikein kahdeksan kysymykseen vastanneista oppilaista, kun taas 74 oppilasta ei osannut muuttaa kyseistä desimaalia oikein. Molemmat desimaalit oikein sai kahdeksan oppilasta, kun taas 72 oppilasta muutti molemmat desimaaliluvut väärin. Kolmessa lomakkeessa oppilas oli osannut muuttaa vain ensimmäisen desimaaliluvun oikein.

Yksi kysymykseen seitsemän vastanneista oppilaista oli osannut muuttaa molemmat desimaaliluvut oikein. Hän perusteli vastaustaan: *"eka on $\frac{3}{10}$ koska jos on 0,10 se on kokonaine."* Vastaus merkittiin taulukkoon kuitenkin oikeaksi, koska desimaalit oli osattu muuttaa oikein. Virhettä perusteluissa ei siis huomioitu tulosten tarkastelussa. Myös yhdessä tehtävään seitsemän väärin vastanneen oppilaan paperissa tehtävän vastaus ja perustelut olivat ristiriidassa keskenään. Oppilas ei osannut muuttaa

desimaaleja murtoluvuiksi oikein, mutta perusteluissa hän oli kirjoittanut oikean vastauksen tehtävään: ” 0 kokonaista ja 3 kymenesosaa. 0 kokonaista ja 1 sadasosa”. Vastauksessaan hän oli kuitenkin vastannut, että 0,3 muutettuna murtoluvuksi on $\frac{0,3}{0}$ ja 0,01 muutettuna murtoluvuksi on $\frac{0,01}{0}$. Vastausta ei merkitty oikeaksi.

Desimaalilukujen muuttaminen murtoluvuiksi oli monelle oppilaalle vaikeaa. Useassa vastauksessa ilmeni, ettei oppilas ollut tiennyt miten desimaaliluvun muuttaminen murtoluvuksi tapahtuu. Tämä ilmeni virheellisinä merkintöinä esim. osoittajan tai nimittäjän kohdalle oli merkitty nolla ja desimaaliluku oli kirjoitettu suoraan osoittajan tai nimittäjän paikalle. Tämän lisäksi kuudessa vastauksessa desimaalilukua ei oltu muutettu ollenkaan murtoluvuksi, vaan sen sijaan vastauksissa oltiin käytetty luonnollisia lukuja tai desimaalilukuja.

6.1.1.1 Perustelut matematiikan kysymyksissä

Matemaattisten kysymysten perustelut jakautuivat seitsemään eri ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin sekä tyhjät/hylätyt.*

Matemaattisiin kysymyksiin oikein vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastauksiaan lukujen ja laskutoimitusten avulla. Ensimmäiseen kysymykseen oikein vastanneista oppilaista 15 perusteli vastaustaan lukujen ja laskutoimitusten avulla. Vastaavasti saman perustelun olivat valinneet kysymyksessä kaksi neljä oppilasta ja kysymyksessä seitsemän kummankin desimaalin kohdalla seitsemän oppilasta. Lukujen ja laskutoimitusten avulla vastauksiaan perustelleet oppilaat sanoittivat perusteluissaan laskustrategioitaan ja avasivat laskutapojaan laskuesimerkkien avulla.

”Jos on 1, niin puolethan on 0,5 ja siitä puolet 0,25. Näin voi jakaa vaikka 10 euroa neljälle.” (Kysymys 1)

”Koska, $\frac{1}{8}$ on niistä annetuista luvuista pienin ja $\frac{2}{12}$ olisi $\frac{1}{6}$ ja $\frac{1}{4}$ on näistä toiseksi isoin, joten $\frac{5}{4}$ on isompi kuin yksi kokonainen.” (Kysymys 2)

”Ensimmäiseen laitoin $\frac{3}{10}$, koska kymmenen on täydet ja sitten se kolmonen pitää laittaa vain sinne päälle. Toiseen laitoin $\frac{1}{100}$, koska siinä on yksi nolla enemmän kuin toisen laskun numeroissa.” (Kysymys 7)

Matemaattisiin kysymyksiin oikein vastanneiden oppilaiden perustelut jakautuivat vähiten ryhmiin *veikkaus/arvaus*, *konkretia (arjen matematiikka)*, *minulle on opetettu/kerrottu näin ja koska se on niin*. Kysymyksessä yksi neljä oppilasta oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja viisi oppilasta konkreettisella esimerkillä. Kysymyksessä seitsemän kaksi oppilasta oli perustellut vastausta veikkauksella tai arvauksella, kaksi *minulle on opetettu/kerrottu näin* ja yksi oppilas oli perustellut vastauksen olevan vain se. Kysymykseen kaksi oikein vastanneet oppilaat perustelivat vastauksiaan pelkästään lukujen ja laskutoimitusten avulla. Perusteluissaan konkreettisen esimerkin antaneet oppilaat käyttivät esimerkkinä arkielämässä huomaamiaan havaintoja, esimerkiksi pitsan jakamista neljälle.

”Koska jos sinulla on esim. pizza niin otat siitä puolet ja siitä puolikkaasta vielä puolet.” (Kysymys 1)

Kysymyksessä yksi kukaan oikein vastanneista oppilaista ei perustellut vastaustaan vaihtoehdolla *en tiedä/en osaa* ja vain yksi vastauksista merkittiin *tyhjät/hylätyt* ryhmään. Kysymyksessä kaksi puolestaan vastausten perusteluina ei käytetty *minulle on opetettu/kerrottu näin, konkretia (arjen matematiikka)*, *veikkaus/arvaus*, *en tiedä/ en osaa* ja *koska se on niin* perusteluita. *Tyhjät/hylätyt* ryhmään ei merkitty yhtäkään vastausta kysymyksessä kaksi. Kysymyksessä seitsemän desimaalin 0,3 kohdalla vastauksia ei perusteltu konkreetialla tai vastaamalla ”en tiedä tai en osaa”. Desimaalin 0,01 kohdalla vastauksia ei perusteltu konkreetialla, veikkauksella tai arvauksella, vastaamalla ”en tiedä tai en osaa” ja vastauksella ”koska se on niin”. Kysymyksessä seitsemän yhtäkään vastausta ei merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään. Matematiikan kysymyksiin oikein vastanneet oppilaat eivät perustelleet missään matematiikan kysymyksissä vastauksiaan vastaamalla ”en tiedä tai en osaa”.

Matemaattisiin kysymyksiin väärin vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastauksiaan lukujen ja laskutoimitusten avulla ja kysymyksessä seitsemän lukujen ja laskutoimitusten lisäksi vastaamalla perusteluihin veikkaus tai arvaus. Kysymyksessä yksi lukujen ja laskutoimitusten avulla vastaustaan oli perustellut 20 oppilasta ja kysymyksessä kaksi 39 oppilasta. Kysymyksessä seitsemän desimaalin 0,3 kohdalla 22 oppilasta oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja 21 oppilasta lukujen ja laskutoimitusten avulla. Desimaalin 0,01 kohdalla 24 oppilasta oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja 21 oppilasta lukujen ja laskutoimitusten avulla. Lukujen ja laskutoimitusten avulla vastaustaan perustelleista oppilaista moni osasi laskea valitsemastaan luvusta puolesta puolet, mutta antamassaan vastauksessaan ei osannut kertoa kuinka paljon puolesta puolet on murtoluvuksi merkittynä.

”Jos kokonainen on 10 niin se jaettuna kahdella = 5 ja se jaettuna kahdella = 2,5”
(Kysymys 1)

Matemaattisiin kysymyksiin väärin vastanneiden oppilaiden perustelut jakautuivat vähiten ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, veikkaus/arvaus, koska se on niin ja konkretia (arjen matematiikka)*. Kysymyksessä yksi kolme oppilasta oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella, kolme oppilasta vastaamalla ”koska se on niin” ja kaksi oppilasta vastaamalla ”minulle on opetettu ja kerrottu näin”. Toisessa matematiikan kysymyksessä kaksi oppilasta oli perustellut vastaustaan vastaamalla ”minulle on opetettu ja kerrottu näin” ja yksi oppilas konkretialla. Kysymyksessä seitsemän kummankin desimaalin kohdalla yksi oppilas oli käyttänyt perusteluissaan konkretiaa (arjen matematiikkaa). Osa oppilaista muisteli opiskelleensa murtolukuja koulussa, kun taas osa käytti perusteluissaan hyödyksi arkielämässään huomaamia havaintoja.

”Koska muistan että matematiikassa oli murtolukuja niin ajattelin että se tehdään näin.” (Kysymys 1)

”Jos laitat vaikka kaikki sormet pystyyn niin ota niistä puolet” (Kysymys 1)

”0,3 eli on 3 palaa ympyrässä ja sitten 0,01 palaa on ympyrässä 0,01 eli 0 palaa.”
(Kysymys 7)

Matemaattisten kysymysten väärin vastausten perustelut jakautuivat seitsemään ryhmään niin, että jokaiseen ryhmään pystyttiin luokittelemaan perusteluita jokaisessa matemaattisessa kysymyksessä. Ainoastaan kysymyksessä yksi *tyhjät/hylätyt* ryhmään ei luokiteltu yhtäkään vastausta. Kysymyksessä kaksi *tyhjät/hylätyt* ryhmään merkittiin kaksi vastauksista ja kysymyksessä seitsemän kummankin desimaalin kohdalla yksi vastaus.

6.1.2 Ympäristöopin kysymykset

Kyselylomakkeen kysymykset kolme, neljä, viisi ja kuusi sisälsivät kysymyksiä ympäristöopin aihealueista. Ympäristöopin tehtävissä vastaukset merkittiin joko oikeiksi tai vääriksi sen perusteella, miten oppilas oli tehtävään vastannut ja miten hän oli vastaustaan perustellut. Vastaukset luokiteltiin ryhmiin oppilaiden antamien perusteluiden mukaan. Perusteluiden puuttuessa oletettiin oppilaan vastauksen sisältävän perustelun. Kyselylomakkeen tehtävissä viisi ja kuusi oppilaalla oli mahdollisuus piirtää selittävä kuva tukemaan antamaansa vastausta. Nämä kuvat huomioitiin perusteluita tarkasteltaessa. Mikäli oppilas oli piirtänyt pelkästään kuvan, luokiteltiin kuva kuvan antaman informaation perusteella sille sopivaan perusteluiden ryhmään.

Ympäristöopin kysymysten perustelut jakautuivat seitsemään ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut ja tyhjät/hylätyt*.

Avaan alla olevassa taulukossa ympäristöopin kysymysten perusteluiden jakautumista eri ryhmiin, sekä tietoa siitä kuinka moni vastauksista on merkitty oikeiksi ja kuinka moni vääriksi. Yhteensä riviltä löytyvät luokitellut perustelut yhteenlaskettuna. Rivin ylempi luku kertoo yhteenlaskujen tulokset ilman *tyhjät/hylätyt* ryhmää ja alempi *tyhjät/hylätyt* ryhmän kanssa. Taulukossa annetut prosentit on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudella.

Taulukon jälkeen avaan ympäristöopin kysymysten vastausten käsittelyä sekä sitä, miten olen päätenyt merkitsemään vastaukset oikeiksi tai vääriksi. Taulukkolukujen

jälkeen avaan ympäristöopin kysymyksistä saatuja perusteluita ja annan eri ryhmistä esimerkkejä. Tehtäväkohtaiset perustelut löytyvät omista taulukoistaan.

Taulukko 2 Ympäristöopin kysymysten perusteluiden luokittelu

Ryhmät	Kysymys 3		Kysymys 4		Kysymys 5		Kysymys 6	
	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin	Oikein	Väärin
Minulle on opetettu/kerrottu näin	4	4	3	1	3	2	4	6
Kokemuksen kautta	5	1	1	6	-	2	-	2
Vekkaus/arvaus	1	3	-	1	1	10	-	2
En tiedä/en osaa	2	3	2	8	-	2	-	5
Koska se on niin	3	1	-	1	-	4	-	-
Tehtäväkohtaiset perustelut	31	25	11	48	15	43	23	41
Tyhjät/hylätyt	-	-	-	1	-	1	-	-
Yhteensä	46 (55,4 %)	37 (44,6 %)	17 (20,5 %)	65 (78,3 %) (66 (79,5 %))	19 (22,9 %)	63 (75,9 %) (64 (77,1 %))	27 (32,5 %)	56 (67,5 %)

Kyselytutkimuksen kolmannessa kysymyksessä mitattiin oppilaiden tietämystä siitä, mitä kynttilän liekille tapahtuu, kun palavan kynttilän päälle asetetaan lasi. Kysymys mittasi oppilaiden tietämystä palamisen edellytyksistä. Kysymyksen alla oli lisäksi havainnollistava kuva kynttilästä ja kynttilän liekin sammumisesta, kun kynttilän päälle on asetettu lasi. Kolmanteen kysymykseen vastasivat kaikki (N=83) tutkimukseen osallistuneet oppilaat. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 46 vastasi kysymykseen kolme oikein ja 37 väärin.

Oikeiksi hyväksyttiin vastaukset, joissa oppilas oli perustellut kynttilän liekin sammumista hapen loppumisella tai sillä, että palaminen ei voi jatkuu, koska lasin sisälle ei tule lisää happea. Oikeiksi hyväksyttiin myös vastaukset, joissa oppilas oli osoittanut tietävänsä, että palamiseen tarvitaan happea. Myös liekin tukehtuminen hyväksyttiin oikeaksi vastaukseksi. Kolmessa vastausspaperissa oppilas oli vastauksessaan maininnut hapen loppumisen lisäksi ettei kynttilä saa lisää ilmaa. Nämä

kolme vastausta merkittiin oikeiksi, koska oppilas osoitti ymmärtävänsä hapen merkityksen palamisessa. Vääriksi luokiteltiin vastaukset, joissa oppilas ei ollut maininnut hapen loppumista vastauksessaan. Yhdessä vastauksessa oppilas oli vastannut kynttilän jäähtymisen olevan syynä kynttilän liekin sammumiseen. Tämä vastaus merkittiin kuitenkin vääräksi, sillä annetussa tehtävässä kynttilän sammumisen syynä ei ollut liian alhainen lämpötila. Oikeiksi ei myöskään hyväksytty vastauksia, joissa kynttilän liekin sammumista perusteltiin sytytyslangan loppuun palamisella. Annetussa tehtävässä kynttilän liekki sammui ennen kuin kynttilän sytytyslanka paloi loppuun. Tämä ei siis ollut syynä kynttilän liekin sammumiselle.

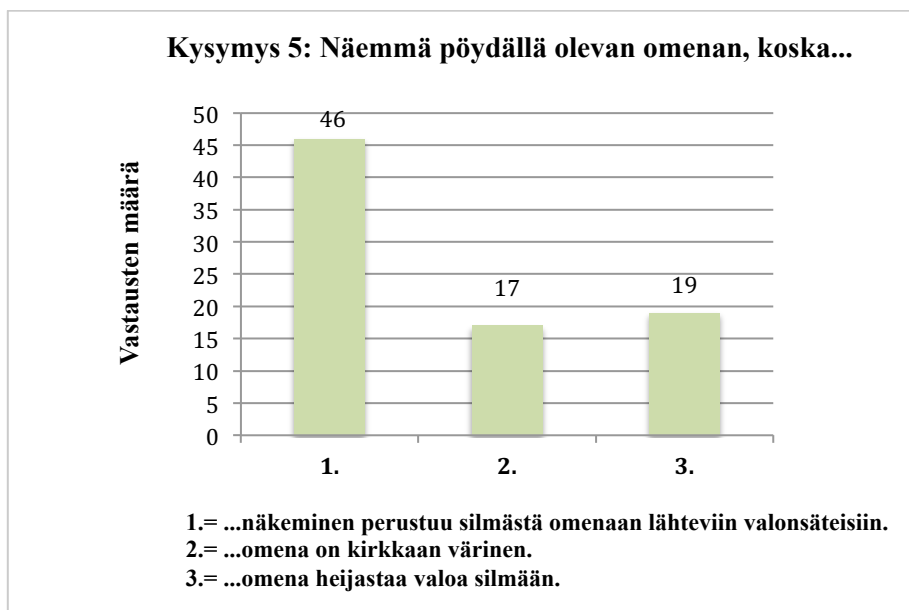
Kyselytutkimuksen neljännessä kysymyksessä mitattiin oppilaiden tietämystä siitä, mitä sokerille tapahtuu, kun sokeria sekoitetaan lusikalla lasissa olevaan veteen. Kyselytutkimuksen neljänteen kysymykseen vastasi 82 oppilasta. Yksi tutkimukseen osallistuneista oppilaista jätti kokonaan vastaamatta kyselylomakkeen kysymykseen numero neljä. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 17 vastasi kysymykseen neljä oikein ja 66 väärin. Vääristä vastauksista yksi oli tyhjä ja 65:een oltiin annettu vastaus.

Oikeiksi hyväksyttiin vastaukset, joissa oppilas oli vastannut sokerin liukenevan veteen, sekä vastaukset, joissa oppilas oli vastannut sokerin sekoittuvan veden joukkoon. Sekoittumista voitiin pitää oikeana vastauksena, sillä liukenemisessa liukeneva aine sekoittuu liuottimena toimivan aineen joukkoon. Oikeiksi hyväksyttiin myös vastaukset, joissa oppilas oli vastannut sokerin rakenteen hajoavan ja sokerin sekoittuvan veden joukkoon. Kahdessa vastauspaperissa oppilas oli vastauksessaan käyttänyt käsitteen liukeneminen lisäksi käsitettä sulaminen. Käsitteitä oli käytetty synonyymeinä toisilleen, joten vastauksia ei voitu merkitä oikeiksi. Osassa vastauspapereista oppilas oli vastannut sokerin painuvan lasin pohjalle. Nämä vastaukset merkittiin vääräksi, sillä sekoittaessa lusikalla vesilasissa olevaa sokeria, sokeri lopulta liukenee veteen ja muodostuu homogeeninen seos, josta sokeria ei pysty enää silmin katsottaessa erottamaan. Osassa vastauspapereista oltiin vastattu, että kun sokeria sekoitetaan veteen, niin muodostuu sokerivettä. Nämä vastaukset eivät kuitenkaan vastanneet kysytyyn kysymykseen, joten niitä ei voitu merkitä oikeiksi. Oikeiksi ei myöskään hyväksytty vastauksia, joissa sokerin vastattiin sulavan, katoavan, haihtuvan tai kuihtuvan.

Kyselytutkimuksen viidennessä kysymyksessä tutkittiin oppilaiden tietämystä näkemisen perusteista. Tehtävässä oli annettuna kolme vastausvaihtoehtoa, joista oppilaan tuli ympyröidä oikea vaihtoehto. Kirjallisten perusteluiden lisäksi ja/tai sijaan oppilaalla oli mahdollisuus piirtää selittävä kuva tukemaan valitsemaansa vastausta. Kyselytutkimuksen viidenteen kysymykseen vastasi 82 oppilasta. Yksi tutkimukseen osallistuneista oppilaista jätti kokonaan vastaamatta kyselylomakkeen kysymykseen numero viisi. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 19 vastasi kysymykseen oikein ja 64 väärin. Vääristä vastauksista yksi oli tyhjä ja 63:een oltiin annettu vastaus.

Kysymykseen viisi vastanneista oppilaista 46 oli vastannut pöydällä olevan omenan näkemisen perustuvan silmästä omena läheteisiin. Vastausvaihtoehdon kaksi, omena on kirkkaan värinen, oli valinnut 17 oppilasta. Viimeisen oikean vastausvaihtoehdon, omena heijastaa valoa silmään, oli valinnut 19 oppilasta.

Kaavio 1 Vastausten jakautuminen vastausvaihtoehtojen välillä (kysymys 5)



Kyselytutkimuksen kuudennessa kysymyksessä tutkittiin oppilaiden tietämystä päivän ja yön vaihteluiden syistä. Kirjallisten perusteluiden lisäksi ja/tai sijaan oppilaalla oli mahdollisuus piirtää selittävä kuva tukemaan antamaansa vastausta. Kyselytutkimuksen kuudenteen kysymykseen vastasivat kaikki (N=83) tutkimukseen osallistuneista oppilaista. Kyselytutkimukseen vastanneista oppilaista 27 vastasi kysymykseen oikein ja 56 väärin.

Oikeiksi hyväksyttiin vastaukset, joissa oppilas oli osoittanut tietävänsä päivän ja yön vaihtelun johtuvan maan pyörimisestä itsensä/akselinsa ympäri. Osassa vastauksista oppilas oli tiennyt, että maa kiertää aurinkoa ja kuu kiertää maata. Näitä vastauksia ei kuitenkaan voitu merkitä oikeiksi, sillä ne eivät vastanneet kysytyyn kysymykseen. Saatujen vastausten joukosta löytyi myös vastauksia, joissa päivän ja yön vaihtelun todettiin olevan tärkeää ihmisen jaksamisen kannalta. Näitä vastauksia ei voitu merkitä oikeiksi, sillä ne eivät vastanneet kysytyyn kysymykseen.

6.1.2.1 Perustelut ympäristöopin kysymyksissä

Ympäristöopin kysymysten perustelut jakoutuivat seitsemään eri ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut sekä tyhjät/hylätyt.*

Ympäristöopin kysymysten vastausten perusteluista suurin osa merkittiin tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmään. Tehtäväkohtaisia perusteluita käytettiin eniten sekä oikeissa että väärissä vastauksissa. Kysymyksessä kolme oikein vastanneista oppilaista 31 ja väärin vastanneista oppilaista 25 käytti tehtäväkohtaisia perusteluita perustellessaan antamaansa vastausta. Kysymyksen kolme tehtäväkohtaista perusteluita voitiin jakaa viiteen ryhmään. Kysymyksen kolme tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmät löytyvät taulukosta 3. Tehtäväkohtaisista perusteluista eniten käytettiin perusteluita lasin sisältä loppuu ilma ja lasin sisälle ei tule lisää ilmaa, lasin sisältä loppuu happi ja lasin sisälle ei tule lisää happea sekä tuli tarvitsee happea.

Taulukko 3. Kysymyksen kolme tehtäväkohtaista perusteluita

Ryhmät	Oikein	Väärin
1. Tuli tarvitsee happea	13	-
2. Tuli tarvitsee hiilidioksidia	-	1
3. Lasin sisältä loppuu happi ja lasin sisälle ei tule lisää happea	16	-
4. Lasin sisältä loppuu ilma ja lasin sisälle ei tule lisää ilmaa	2	23
5. Kynttilä jäähtyy	-	1

Kysymyksessä neljä oikein vastanneista oppilaista 11 ja väärin vastanneista oppilaista 48 käytti tehtäväkohtaisia perusteluita perustellessaan antamaansa vastausta. Kysymyksen neljä tehtäväkohtaiset perustelut voitiin jakaa yhdeksään ryhmään. Kysymyksen neljä tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmät löytyvät taulukosta 4. Kysymykseen oikein vastanneista oppilaista neljä perusteli vastaustaan sokerin sekoittumisella veden joukkoon, neljä sokerin rakenteen hajoamisella, kaksi sokerin rakenteella ja ominaisuuksilla ja yksi totesi sokerin pyörivän lasissa sitä lusikalla sekoittaessa. Kysymykseen väärin vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastaustaan sokerin rakenteen ja ominaisuuksien avulla.

Taulukko 4. Kysymyksen neljä tehtäväkohtaiset perustelut

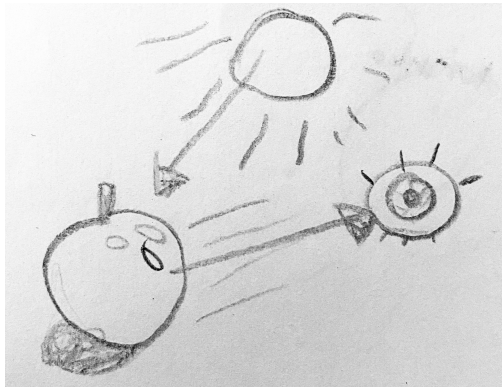
Ryhmät	Oikein	Väärin
1. Sokeri sekoittuu veden joukkoon	4	3
2. Sokeri sulaa	-	2
3. Sokerin rakenne hajoaa	4	2
4. Sokeri haihtuu	-	3
5. Sokeri imeytyy	-	3
6. Sokeri pyörii sekoitettaessa	1	1
7. Vesi kiihdyttää sokerin	-	1
8. Veden rakenne ja ominaisuudet	-	4
9. Sokerin rakenne ja ominaisuudet	2	29

Kysymyksessä viisi oikein vastanneista oppilaista 15 ja väärin vastanneista oppilaista 43 käytti tehtäväkohtaisia perusteluita perustellessaan antamaansa vastausta. Kysymyksen viisi tehtäväkohtaiset perustelut voitiin jakaa kuuteen ryhmään. Tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmät löytyvät taulukosta 5. Kysymykseen oikein vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastaustaan toteamalla omenan heijastavan valoa silmään. Kysymykseen viisi väärin vastanneet oppilaat perustelivat vastaustaksiaan eniten näkemisellä, silmältä omena lähtevillä valonsäteillä ja toteamalla omenan olevan kirkkaan värinen.

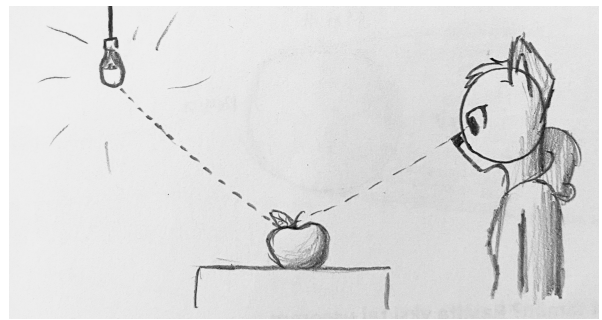
Taulukko 5 Kysymyksen viisi tehtäväkohtaiset perustelut

Ryhmät	Oikein	Väärin
1. Näkeminen perustuu silmästä omena lähteviin valonsäteisiin	-	16
2. Omena on kirkkaan värinen	-	15
3. Omena heijastaa valoa silmään	12	3
4. Perustelu näkemisellä	-	16
5. Valoa tarvitaan näkemiseen	3	1
6. Omenassa on valonsäteitä	-	1

Tehtävässä viisi kyselytutkimukseen vastanneilla oli mahdollisuus piirtää vastausta ja/tai perusteluita selittävä kuva. Kahdeksan oppilasta oli piirtänyt selittävän kuvan antamiensa perusteluiden lisäksi ja 11 oppilasta oli piirtänyt pelkästään selittävän kuvan. Kaksi kysymykseen vastanneista oppilaista ei ollut perustellut vastaustaan millään tavalla. Näissä tapauksissa perusteluiden oletettiin olevan sama kuin oppilaan valitsema vastausvaihtoehto. Kuvat selvensivät hyvin oppilaan antamia vastauksia ja perusteluita.



Kuva 1 "Omena heijastaa auringon valon silmään. Jos ei olisi aurinkoa näkeminen olisi vaikeaa."



Kuva 2 "...omena heijastaa valoa silmään."

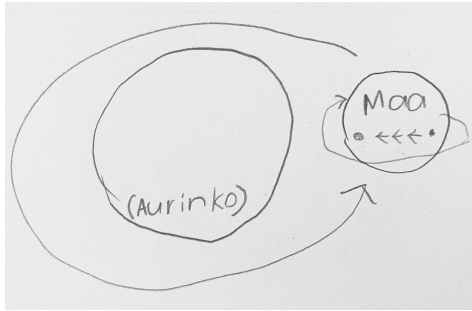
Kysymyksessä kuusi oikein vastanneista oppilaista 23 ja väärin vastanneista oppilaista 41 käytti tehtäväkohtaisia perusteluita perustellessaan antamaansa vastausta. Kysymyksen kuusi tehtäväkohtaiset perustelut voitiin jakaa kahteentoista ryhmään. Tehtäväkohtaisten perusteluiden ryhmät löytyvät taulukosta 6. Kysymykseen oikein vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastaustaan toteamalla Maan pyöriävän/kiertävän itsensä tai akselinsa ympäri. Tehtävään väärin vastanneet oppilaat

käyttivät eniten perusteluita Maa kiertää Aurinkoa tai perustelemalla päivien olevan aktiivista aikaa ja öiden olevan tärkeitä lepäämisen ja nukkumisen kannalta.

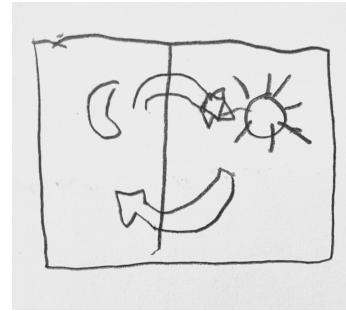
Taulukko 6 Kysymyksen kuusi tehtäväkohtaiset perustelut

Ryhmät	Oikein	Väärin
1. Maa pyörii/kiertää itsensä tai akselinsa ympäri	19	-
2. Maa kiertää aurinkoa	1	10
3. Aurinko ja/tai kuu kiertää maata	-	6
4. Aurinko ja maa pyörivät ja kiertävät ympyrää	1	-
5. Aurinko paistaa toiselle puolelle maapalloa	2	3
6. Aurinko laskee ja nousee	-	4
7. Aurinko liikkuu	-	3
8. Kuu peittää auringon	-	1
9. Auringosta tulee radioaktiivista säteilyä	-	1
10. Ajan kulku	-	1
11. Välillä on pimeää ja välillä valoisaa	-	3
12. Päivät aktiivista ja yöt lepoa	-	9

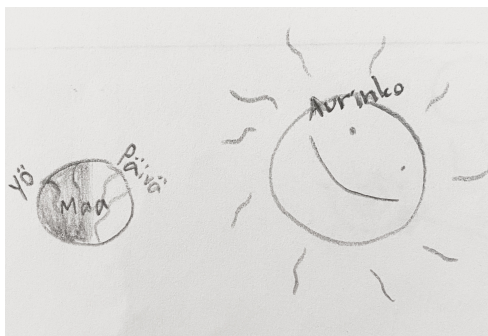
Tehtävässä kuusi kyselytutkimukseen vastanneilla oli mahdollisuus piirtää vastausta ja/tai perusteluita selittävä kuva. Kymmenen oppilasta oli piirtänyt selittävän kuvan antamiensa perusteluiden lisäksi ja 25 oppilasta oli piirtänyt pelkästään selittävän kuvan. Yksi oppilas ei ollut kirjoittanut perusteluita antamalleen vastaukselleen. Tässä tapauksessa oppilaan perusteluiden oletettiin olevan sama, kuin oppilaan tehtävään antama vastaus. Oppilaiden piirtämissä selittävässä kuvissa kuvattiin mm. Maan kiertämistä akselinsa ympäri, Maan kiertoa Auringon ympäri ja päivän ja yön vaihtelua.



Kuva 3 ” Maa kiertää aurinkoa
Maan kierros auringon ympäri
kestää vuoden samalla maa kiertää
itse itseään ja sitä kutsutaan
vuorokaudeksi.”



Kuva 4 ”Koska ihminen
tarvitsee lepoa ja
vuorokausi vaihtuu.”



Kuva 5 ”Koska maa pyörii
auringon ympäri”

Ympäristöopin kysymyksiin oikein vastanneiden oppilaiden perustelut jakautuivat vähiten ryhmiin *veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, kokemuksen kautta* ja *minulle on opetettu/kerrottu näin*. Kysymyksessä kolme yksi oppilas oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja kaksi oppilasta vastaamalla ”en tiedä tai en osaa”. Kysymyksessä neljä yksi oppilas oli perustellut vastaustaan omakohtaisella kokemuksellaan ja kaksi oppilasta vastaamalla ”en tiedä tai en osaa”. Kysymyksessä viisi yksi oppilas oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja kysymyksessä kuusi neljä oppilasta perusteli, että heille on opetettu tai kerrottu näin. Kysymyksen kuusi oppilaat kertoivat oppineensa asian koulussa tai kotona.

Kysymyksessä neljä, viisi ja kuusi kukaan oikein vastanneista oppilaista ei perustellut vastaustaan vaihtoehdolla *koska se on niin*. Tämän lisäksi kysymyksen viisi vastausten perusteluina ei käytetty *en tiedä/en osaa* ja *kokemuksen kautta* perusteluita. Kysymyksessä kuusi perusteluina ei käytetty *en tiedä/en osaa, veikkaus/arvaus* ja

kokemuksen kautta perusteluita. Ympäristöopin kysymyksiin oikein vastanneiden oppilaiden perusteluista yhtäkään ei merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään.

Ympäristöopin kysymyksiin väärin vastanneiden oppilaiden perustelut jakautuivat vähiten ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, koska se on niin, veikkaus/arvaus* ja *en tiedä/en osaa*. Kysymyksessä kolme yksi oppilas oli perustellut vastaustaan kokemuksen kautta, kun taas yksi oppilaista oli todennut asian vain olevan näin. Kysymyksessä neljä yksi väärin vastausten perusteluista merkittiin ryhmään *minulle on opetettu/kerrottu näin*, yksi ryhmään *veikkaus/arvaus* ja yksi ryhmään *koska se on niin*. Viidennessä kysymyksessä väärin vastausten perusteluista kaksi luokiteltiin ryhmään *minulle on opetettu/kerrottu näin*, kaksi ryhmään *en tiedä/en osaa* ja kaksi ryhmään *kokemuksen kautta*. Kuudennessa kysymyksessä kaksi perusteluista merkittiin ryhmään *kokemuksen kautta* ja kaksi *veikkaus/arvaus* ryhmään.

Ympäristöopin kysymysten väärin vastausten perustelut jakautuivat seitsemään ryhmään niin, että melkein jokaiseen ryhmään pystyttiin luokittelemaan perusteluita jokaisessa ympäristöopin kysymyksessä. Ainoastaan kysymyksessä kolme ja kuusi *tyhjät/hylätyt* ryhmään ei luokiteltu yhtäkään vastausta. Tämän lisäksi kysymyksen kuusi perusteluista ei merkitty yhtäkään ryhmään *koska se on niin*.

6.2 Oppilaiden perustelut virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa

Tarkastelen seuraavaksi kyselytutkimuksesta saatuja tuloksia alakysymykseeni: ”Minkälaisia perustelut ovat matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta?” Avaan ensimmäisenä oppilaiden antamia perusteluita matematiikan kysymyksissä, jonka jälkeen tarkastelen oppilaiden antamia perusteluita ympäristöopin kysymyksissä.

6.2.1 Matematiikan kysymykset

Matematiikan kysymysten vastaukset luokiteltiin kolmeen ryhmään tutkimalla oppilaiden antamia vastauksia sekä vastausten perusteluita. Vastaukset luokiteltiin ryhmiin *on virhekäsitys, ei voida sanoa* ja *ei virhekäsitystä*. Taulukossa 7 on avattuna

oppilaiden matematiikan kysymysten vastausten luokittelu näihin kolmeen ryhmään. Taulukossa annetut prosentit on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudella.

Taulukko 7 Virhekäsitykset matematiikan kysymyksissä

Kysymys	On virhekäsitys	Ei voida sanoa	Ei virhekäsitystä
Kysymys 1	10 (12 %)	26 (31,3 %)	47 (56,6 %)
Kysymys 2	38 (45,8 %)	39 (50 %)	6 (7,2 %)
Kysymys 7	41 (49,4 %)	35 (42,2 %)	7 (8,4 %)
Yhteensä	89	100	60

Matematiikan kysymyksissä oppilaan vastaus merkittiin ryhmään *on virhekäsitys*, jos oppilas osoitti vastauksessaan ja/tai perusteluissaan hänellä olevan virheellisiä käsityksiä kysytystä aiheesta. Ensimmäisessä matematiikan kysymyksessä kymmenessä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa mm. virheellisinä murtolukumerkintöinä ja käsitteen 'puolikas' ymmärtämisen puutteena. Virheellisissä murtolukumerkinnöissä osa oppilaista oli merkinnyt osoittajaksi nollan ja jakanut nimittäjäksi valitsemansa luvun kahdella. Osa oppilaista oli puolestaan merkinnyt osoittajaksi ja nimittäjäksi saman luvun ja kertonut sen olevan valitsemastaan luvusta puolesta puolet. Virhekäsityksiksi merkittiin myös murtolukumerkinnät, joissa vastaus oltiin ratkaistu osoittajan tai nimittäjän vähennyslaskulla.

Oppilaan vastaus: $\frac{5}{5}$, oppilaan perustelu: *"Koska siinä on $\frac{5}{5}$ niin se on puolet kymmenestä"*.

Oppilaan vastaus: $\frac{0}{2,5}$, oppilaan perustelu: *"Aloitin laskemisen $\frac{0}{5}$ ja sen jain kahdella"*.

Kysymyksessä kaksi 38:ssä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsityksellisissä vastauksissa oppilaat olivat merkinneet tehtävässä annetut murtoluvut lukusuoralle nimittäjän mukaan pienimmästä suurimpaan, nimittäjän mukaan suurimmasta pienimpään tai osoittajan mukaan pienimmästä suurimpaan. Osassa vastauksista oli tiedetty, että murtoluku $\frac{5}{4}$ on suurempi kuin luku 1. Vastauksissa,

joissa voitiin todeta olevan virhekäsityksiä, esiintyi myös puutteellista ymmärrystä murtoluvuista.

Oppilaan vastaus: $0, \frac{1}{4}, \frac{5}{4}, \frac{1}{8}, 1, \frac{2}{12}$, oppilaan perustelu: *"Lukujana menee $\frac{1}{4} \frac{2}{4} \frac{3}{4} \frac{4}{4} \frac{1}{5}$ joten laitoin pienimmästä suurimpaan"*

Oppilaan vastaus: $0, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{2}{12}, \frac{5}{4}, 1$, oppilaan perustelu: *" $\frac{1}{4}$ on pienin luku joten se on ensin. $\frac{1}{8}$ on toiseksi pienin joten se on pienimmän edessä. $\frac{2}{12}$ siinä on isompi numero ylhäällä. $\frac{5}{4}$ on isoin numero ylhäällä."*

Kysymyksessä seitsemän 41:ssä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa virheellisinä murtolukumerkintöinä. Virhekäsityksellisissä vastauksissa oppilaat olivat muuttaneet desimaaliluvun murtoluvuksi merkitsemällä desimaaliluvun ensimmäisen numeron osoittajaksi ja toisen/toiset numeron/numerot nimittäjäksi. Osa oppilaista oli taas merkinnyt desimaaliluvun murtoluvun osoittajaksi ja nimittäjäksi nollan. Vastauksista löytyi myös merkintöjä, joissa murtoluvun osoittajaksi oli merkitty luku yksi ja nimittäjäksi tehtävässä annettu desimaaliluku.

Oppilaan vastaukset: $0,3 = \frac{0}{3}$, $0,01 = \frac{0}{1}$, oppilaan perustelu: *"ylös tulee nolla jos siinä on nolla. Alle tulee isoin luku. Molemmissa sama juttu."*

Oppilaan vastaukset: $0,3 = \frac{0}{3}$, $0,01 = \frac{00}{1}$, oppilaan perustelu: *"laitoin luvun järjestyksessä ja päätellen."*

Matemaattisissa kysymyksissä *ei virhekäsitystä* ryhmään merkittiin ne vastaukset, joissa oppilas oli vastannut oikein ja/tai perustelut osoittivat ettei vastaajalla ollut virhekäsitystä kysytystä aiheesta. Osassa vastauksista pelkän perustelun avulla voitiin todeta, ettei vastaajalla ollut virhekäsitystä, vaikka vastauksessa olisikin ollut jokin pieni virhe. Kysymyksessä yksi *ei virhekäsitystä* ryhmään merkittiin 47 vastausta, kysymyksessä kaksi kuusi vastausta ja kysymyksessä seitsemän seitsemän vastausta. *Ei voida sanoa* ryhmään merkittiin ne vastaukset, joista ei voinut selvittää onko vastaajalla

virhekäsitys/virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tähän ryhmään merkittiin ne vastaukset, joissa oppilas oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella, eikä vastauksesta ollut nähtävissä virhekäsityksiä tai oppilas oli käyttänyt vääriä lukuja ja/tai vain osaa annetuista luvuista (kysymys 2 ja kysymys 7). Kysymyksessä yksi *ei voida sanoa* ryhmään merkittiin 26 vastausta, kysymyksessä kaksi 39 vastausta ja kysymyksessä seitsemän 35 vastausta.

6.2.1.1 Perustelut matematiikan kysymyksissä

Matematiikan kysymysten virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut luokiteltiin seitsemään ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin*, *perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla*, *konkretia (arjen matematiikka)*, *veikkaus/arvaus*, *en tiedä/en osaa*, *koska se on niin* sekä *tyhjät/hylätyt*. Aavaan taulukossa 8 virhekäsityksiä sisältävien perusteluiden jakautumista näihin seitsemään ryhmään.

Taulukko 8 Matematiikan kysymysten virhekäsityksiä sisältävien perusteluiden luokittelu

Kysymys	Minulle on opetettu/kerrottu näin	Perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla	Konkretia (arjen matematiikka)	Vekkaus/arvaus	En tiedä/en osaa	Koska se on niin	Tyhjät/hylätyt
Kysymys 1	0	4	1	2	2	1	0
Kysymys 2	2	31	1	1	0	3	0
Kysymys 7	6	15	1	7	8	4	0
Yhteensä	8	50	3	10	10	8	0

Kysymyksessä yksi virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakoutuivat ryhmiin *perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla*, *konkretia (arjen matematiikka)*, *veikkaus/arvaus*, *en tiedä/en osaa* ja *koska se on niin*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten lukuja ja laskutoimituksia ja vähiten konkretiaa (arjen matematiikkaa) sekä toteamusta ”koska se on niin”. Lukuja ja laskutoimituksia käytti perusteluina neljä oppilasta, kun taas konkretiaa ja toteamusta

”koska se on niin” vain yksi oppilas. Kysymyksen yksi perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *minulle on opetettu/kerrottu näin*, eikä yhtäkään vastausta merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään.

Kysymyksessä kaksi virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus* ja *koska se on niin*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten lukuja ja laskutoimituksia ja vähiten konkretiaa (arjen matematiikkaa) sekä veikkausta tai arvausta. Lukuja ja laskutoimituksia käytti perusteluina 31 oppilasta, kun taas konkretiaa ja veikkausta tai arvausta vain yksi oppilas. Kysymyksen kaksi perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *en tiedä/en osaa*, eikä ryhmään *tyhjät/hylätyt*.

Kysymyksessä seitsemän virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa* ja *koska se on niin*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten lukuja ja laskutoimituksia ja vähiten konkretiaa (arjen matematiikkaa). Kysymyksen seitsemän perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *tyhjät/hylätyt*.

Matematiikan kysymyksissä vastausten perusteluina käytettiin eniten lukuja ja laskutoimituksia. Tämä oli yhteneväistä tarkasteltaessa kaikkia kyselylomakkeita sekä kyselylomakkeita, jotka sisälsivät virhekäsityksiä. Kaikkia kyselylomakkeita tarkasteltaessa huomattiin, että perusteluina käytettiin vähiten ryhmien *veikkaus/arvaus, konkretia (arjen matematiikka), minulle on opetettu/kerrottu näin* ja *koska se on niin* perusteluita. Virhekäsityksellisiä kyselylomakkeita tarkasteltaessa voitiin huomata, että myös näissä oltiin perusteluina käytetty vähiten ryhmien *veikkaus/arvaus, konkretia (arjen matematiikka)* ja *koska se on niin* perusteluita.

6.2.2 Ympäristöopin kysymykset

Ympäristöopin kysymysten vastaukset luokiteltiin kolmeen ryhmään tutkimalla oppilaiden antamia vastauksia sekä vastausten perusteluita. Vastaukset luokiteltiin

ryhmiin *on virhekäsitys, ei voida sanoa* ja *ei virhekäsitystä*. Taulukossa 9 on avattuna oppilaiden ympäristöopin kysymysten vastausten luokittelua näihin kolmeen ryhmään. Taulukossa annetut prosentit on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudella.

Taulukko 9 Virhekäsitykset ympäristöopin kysymyksissä

Kysymys	On virhekäsitys	Ei voida sanoa	Ei virhekäsitystä
Kysymys 3	24 (28,9 %)	17 (20,5 %)	42 (50,6 %)
Kysymys 4	47 (56,6 %)	19 (22,9 %)	17 (20,5 %)
Kysymys 5	26 (31,3 %)	41 (49,4 %)	16 (19,3 %)
Kysymys 6	21 (25,3 %)	36 (43,4 %)	26 (31,3 %)
Yhteensä	118	113	101

Ympäristöopin kysymyksissä oppilaan vastaus merkittiin ryhmään *on virhekäsitys*, jos oppilas osoitti vastauksessaan ja/tai perusteluissaan hänellä olevan virheellisiä käsityksiä kysytystä aiheesta. Kysymyksessä kolme 24:ssä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa virheellisinä käsityksinä palamisen edellytyksistä ja ilman koostumuksesta. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa kynttilän liekin sammumisen syynä pidettiin mm. ilman tai hiilidioksidin loppumista lasin sisältä tai sitä, ettei lasin sisällä ollut missään vaiheessa ollutkaan ilmaa. Myös kynttilän sytytyslangan loppuun palamisen ehdotettiin olevan syynä kynttilän liekin sammumiseen. Yhdessä vastauksessa oppilas oli vastannut savun liikkeen sammuttaneen kynttilän liekin.

”Koska tulelta loppuu ilma.”

”Koska savua tulee liikaa ja kynttilä sammu kun savu liikkuu.”

Kysymyksessä neljä 47:ssä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa erityisesti käsitteellisinä virheinä. Useat oppilaista olivat käyttäneet käsitettä sulaminen käsitteen liukenemisen sijaan. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa sokerin väitettiin myös kuohuvan, kuihtuvan, katoavan, kuplivan tai haihtuvan.

Kysymyksessä viisi 26:ssa vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Kysymyksessä viisi virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa virheellisinä käsityksinä näkemisen perusteista. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa oppilaat olivat vastanneet pöydällä olevan omenan näkemisen perustuvan joko silmästä omena lähteviin valonsäteisiin tai, että näemme omenan, koska omena on kirkkaan värinen.

Kysymyksessä kuusi 21:ssä vastauksessa voitiin todeta olevan virhekäsitys. Virhekäsitykset ilmenivät oppilaiden vastauksissa virheellisinä käsityksinä siitä, miten Maa, Aurinko tai Kuu liikkuvat. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa oppilaat olivat vastanneet päivän ja yön vaihtelun johtuvan Auringon tai Kuun kiertämisestä Maan ympäri, Auringon laskemisesta ja nousemisesta tai syystä, että Kuu peittää Auringon.

”Koska aurinko kiertää maapalloa joten toisella puolella maapalloa pitää olla yö.”

”Koska aurinko menee alas ja kuu ylös tai toisin päin”

”Koska kuu menee auringon eteen niin on yö”

Ympäristöopin kysymyksissä *ei virhekäsitystä* ryhmään merkittiin ne vastaukset, joissa oppilas oli vastannut oikein ja/tai perustelut osoittivat ettei vastaajalla ollut virhekäsitystä kysytystä aiheesta. Kysymyksessä kolme *ei virhekäsitystä* ryhmään merkittiin 42 vastausta, kysymyksessä neljä 17 vastausta, kysymyksessä viisi 16 vastausta ja kysymyksessä kuusi 26 vastausta. *Ei voida sanoa* ryhmään merkittiin ne vastaukset, joista ei voinut selvittää onko vastaajalla virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tähän ryhmään merkittiin ne vastaukset, joissa oppilas oli perustellut vastaustaan veikkauksella tai arvauksella ja vastaukset, joista ei voinut tietää varmuudella onko vastaajalla virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Kysymyksessä kolme *ei voida sanoa* ryhmään merkittiin 17 vastausta, kysymyksessä neljä 19 vastausta, kysymyksessä viisi 41 vastausta ja kysymyksessä kuusi 36 vastausta. Kysymyksessä kuusi *ei voida sanoa* ryhmään merkittiin kaikki ne vastaukset, joissa oppilas oli ymmärtänyt kysymyksessä kuusi haettavan sitä, miksi on tärkeää että välillä on päivä ja välillä on yö.

6.2.2.1 Perustelut ympäristöopin kysymyksissä

Ympäristöopin kysymysten virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut luokiteltiin seitsemään ryhmään. Muodostuneet ryhmät olivat: *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut* sekä *tyhjät/hylätyt*. Avaan taulukossa 10 virhekäsityksiä sisältävien perusteluiden jakautumista näihin seitsemään ryhmään.

Taulukko 10 Ympäristöopin kysymysten virhekäsityksiä sisältävien perusteluiden luokittelu

Kysymys	Minulle on opetettu/kerrottu näin	Kokemuksen kautta	Veikkaus/arvaus	En tiedä/en osaa	Koska se on niin	Tehtäväkohtaiset perustelut	Tyhjät/hylätyt
Kysymys 3	3	0	2	2	1	16	0
Kysymys 4	1	3	0	7	1	35	0
Kysymys 5	0	1	0	0	0	25	0
Kysymys 6	1	1	1	1	0	17	0
Yhteensä	5	5	3	3	2	93	0

Kysymyksessä kolme virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin* ja *tehtäväkohtaiset perustelut*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten tehtäväkohtaisia perusteluita ja vähiten toteamusta ”koska se on niin”. Tehtäväkohtaisia perusteluita käytti perusteluina 16 oppilasta, kun taas toteamusta ”koska se on niin” vain yksi oppilas. Tehtäväkohtaisia perusteluita käyttäneet oppilaat perustelivat kynttilän liekin sammumista ilman tai hiilidioksidin loppumisella.

”Liekki tarvitsee hiilidioksidia, että se voi palaa kun lasi laitetaan liekin päälle niin liekki ei saa tarpeeksi hiilidioksidia.”

”Tuleen tarvitsee ilmaa ja tilaa että savu pääsee karkaamaan.”

Kysymyksen kolme perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään kokemuksen kautta, eikä yhtäkään vastausta merkitty tyhjät/hylätyt ryhmään.

Kysymyksessä neljä virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, en tiedä/en osaa, koska se on niin* ja *tehtäväkohtaiset perustelut*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten tehtäväkohtaisia perusteluita ja vähiten perustelua ”minulle on opetettu/kerrottu näin” ja toteamusta ”koska se on niin”. Kysymyksessä neljä tehtäväkohtaisia perusteluita käytti 35 oppilasta, kun taas perustelua ”minulle on opetettu tai kerrottu näin” ja toteamusta ”koska se on niin” vain yksi oppilas. Kysymyksessä neljä sokerin ”katoamista” veden joukkoon perusteltiin mm. sokerin sekoittumisella, haihtumisella ja sulamisella sekä sokerin tai veden rakenteellisilla ominaisuuksilla. Yhdessä vastauksessa oppilas oli todennut sokerin suolaisuuden olevan syynä sokerin sulamiseen.

”Kun sokeria laitetaan mukiin niin se sulaa melkein heti koska se on sokeria.”

”Sokeri on niin suolaista niin se sulaa kaikkeen litkuun.”

”Sokeri haihtuu aina litkuun.”

Kysymyksen neljä perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *veikkaus/arvaus*, eikä yhtäkään vastausta merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään.

Kysymyksessä viisi virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *kokemuksen kautta* ja *tehtäväkohtaiset perustelut*. Tehtäväkohtaisia perusteluita käytti 25 oppilasta ja kokemuksen kautta vastaustaan perusteli yksi oppilas. Oppilaat, jotka olivat vastanneet näkemisen perustuvan silmästä omena lähteviin valonsäteisiin, perustelivat vastauksiaan mm. toteamalla ”silmiä toimivan vain niin”, perustelemalla ”ettei omena voi heijastaa valoa” ja vastaamalla ”omenassa olevan valmiina jo valonsäteitä”.

”Minun mielestäni noin koska silmillä näkee muutakin kuin omenan.”

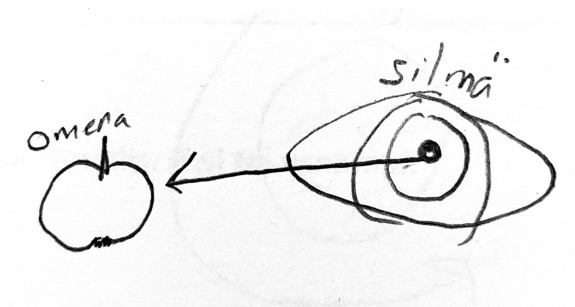
”Kun omena on pöydällä niin siinä on ne valonsäteilyt.”

Oppilaat, jotka puolestaan olivat vastanneet omenan olevan kirkkaan värinen, perustelivat omenan näkyvän hyvin, koska omenassa on värejä, jotka silmät näkevät hyvin. Perusteluissa nostettiin esiin punaisen olevan erityisen näkyvä väri.

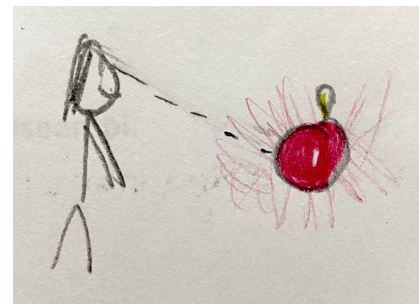
”Koska yleensä sen tunnistaa sivusilmällä, koska se on niin kirkkaan värinen.”

”Kun pöydällä on omena, niin sen erottaa koska se on punainen.”

Kysymyksen viisi perusteluista yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *minulle on opetettu/kerrottu näin, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa* ja koska se on niin. Yhtäkään vastausta ei myöskään merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään. Tehtävässä viisi kyselytutkimukseen vastanneilla oli mahdollisuus piirtää vastausta ja/tai perusteluita selittävä kuva. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa kaksi oppilasta oli piirtänyt selittävän kuvan antamiensa perusteluiden lisäksi ja kuusi oppilasta oli piirtänyt pelkästään selittävän kuvan. Oppilaiden piirtämät kuvat selvensivät hyvin oppilaiden antamia vastauksia ja antoivat tietoa oppilailla olevista virhekäsityksistä.



Kuva 6 ”... näkeminen perustuu silmästä omena lähteviin valonsäteisiin.”



Kuva 7 ”... omena on kirkkaan värinen.”

Kysymyksessä kuusi virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa* ja *tehtäväkohtaiset perustelut*. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteltuina käytettiin eniten tehtäväkohtaisia perusteluita. Vähiten vastauksia perusteltiin ryhmien *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus* ja *en tiedä/en osaa* perusteluilla. Kysymyksessä kuusi tehtäväkohtaisia perusteluita käytti 17 oppilasta, kun taas ryhmien *minulle on opetettu/kerrottu näin,*

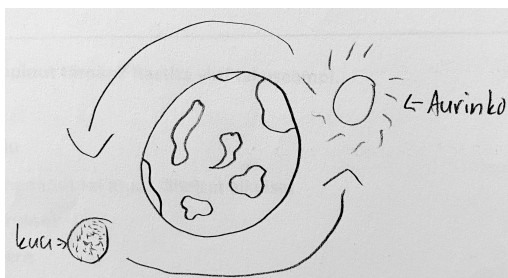
kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus ja en tiedä/en osaa perusteluita vain yksi oppilas. Kysymyksessä kuusi päivän ja yön vaihtelun syitä perusteltiin mm. Maan, Linnunradan, Auringon tai Kuun liikkumisella, Auringon radioaktiivisella säteilyllä ja liikkuvilla varjoilla, jotka aiheuttavat pimeyden.

"Koska maapallo on linnunradalla ja linnunrata kiertää aurinkoa ja maapallo on linnunradassa."

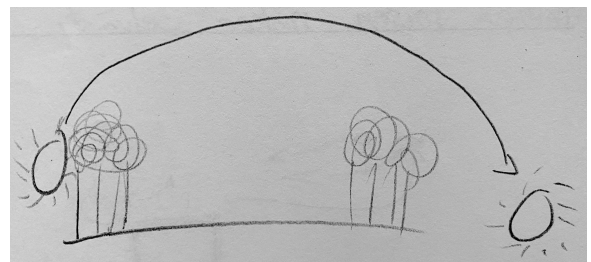
"Auringosta tulee radioaktiivista säteilyä joka vetää maata puoleensa"

"Koska aurinko liikkuu"

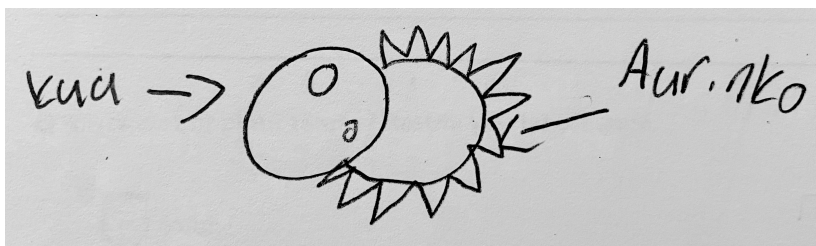
Kysymyksen kuusi perustelusta yhtäkään ei luokiteltu ryhmään *koska se on niin*, eikä yhtäkään vastausta merkitty *tyhjät/hylätyt* ryhmään. Tehtävässä kuusi kyselytutkimukseen vastanneilla oli mahdollisuus piirtää vastausta ja/tai perusteluita selittävä kuva. Virhekäsityksiä sisältävissä vastauksissa yksi oppilas oli piirtänyt selittävän kuvan antamiensa perusteluiden lisäksi ja seitsemän oppilasta oli piirtänyt pelkästään selittävän kuvan. Oppilaiden piirtämät kuvat selvensivät hyvin oppilaiden antamia vastauksia ja antoivat tietoa oppilailla olevista virhekäsityksistä.



Kuva 8 "Aurinko ja kuu kiertävät maapalloa."



Kuva 9 "Koska Aurinko kiertää ympäri ja nousee ja laskee."



Kuva 10 "Koska aurinko siirtyy kuun taakse niin tulee pimeää."

Ympäristöopin kysymyksissä vastausten perusteluina käytettiin eniten tehtäväkohtaisia perusteluita. Tämä oli yhteneväistä tarkasteltaessa kaikkia kyselylomakkeita sekä kyselylomakkeita, jotka sisälsivät virhekäsityksiä. Kaikkia kyselylomakkeita tarkasteltaessa huomattiin, että perusteluina käytettiin vähiten ryhmien *veikkaus/arvaus*, *kokemuksen kautta*, *minulle on opetettu/kerrottu näin*, *en tiedä/en osaa* ja *koska se on niin* perusteluita. Virhekäsityksellisiä kyselylomakkeita tarkasteltaessa voitiin huomata, että myös näissä oltiin perusteluina käytetty vähiten samojen ryhmien perusteluita, kuin tarkasteltaessa kaikkia kyselylomakkeita.

6.3 Oppilaiden kokemukset oppimisympäristöistä

Tarkastelen viimeiseksi kyselytutkimuksesta saatuja tuloksia toiseen tutkimuskysymykseeni: ”Mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa?” Avaan ensimmäisenä oppilaiden valitsemia oppimisympäristöjä matematiikan kysymyksissä, jonka jälkeen tarkastelen oppimisympäristöjen jakautumista ympäristöopin kysymyksissä.

6.3.1 Matematiikan kysymykset

Kyselylomakkeen kysymykset yksi, kaksi, ja seitsemän sisälsivät kysymyksiä matematiikan aihealueista. Kysymysten c-kohdissa oppilaille oli mahdollisuus rastittaa annetuista vaihtoehdoista yksi tai useampi kuvaamaan sitä, mistä oppilas koki oppineensa kysymykseen vastaamansa tiedon. Kysymysten c-kohdissa annetut vaihtoehdot olivat: koulu, vanhemmat tai muut läheiset aikuiset, sisarukset, kaverit, harrastukset, Internet ja/tai sosiaalinen media, televisio, kirjat ja/tai lehdet, kokemuksen kautta ja jostain muualta. Avaan taulukossa 11 oppimisympäristöjen jakautumista matematiikan kysymyksissä ja taulukossa 12 sitä, kuinka monta annetuista oppimisympäristö vaihtoehdoista oppilas on rastittanut matemaattisissa kysymyksissä.

Taulukko 11 Oppimisympäristöjen jakautuminen matematiikan kysymyksissä

Kysymys	koulu	vanhemmat tai muut läheiset aikuiset	sisarukset	kaverit	harrastukset	Internet ja/tai sosiaalinen media	televisio	kirjat ja/tai lehdet	kokemuksen kautta	jostain muualta
Kysymys 1	74	24	6	10	3	7	4	5	16	5
Kysymys 2	67	5	2	2	0	1	2	1	5	14
Kysymys 7	61	11	3	3	1	2	3	5	10	14
Yhteensä	202	40	11	15	4	10	9	11	31	33

Kysymyksessä yksi suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Oppilaista 74 oli rastittanut vaihtoehdon koulu. Kysymyksessä yksi vähiten oli rastitettu vaihtoehtoja harrastukset, televisio, kirjat ja/tai lehdet ja jostain muualta. Kysymyksessä kaksi suurin osa oppilaista koki oppineensa vastaamansa tiedon koulusta. Oppilaista 67 oli rastittanut vaihtoehdon koulu. Kysymyksessä kaksi vähiten oli rastitettu vaihtoehtoja Internet ja/tai sosiaalinen media, kirjat ja/tai lehdet, sisarukset, kaverit ja televisio. Yksikään oppilaista ei ollut kysymyksessä kaksi rastittanut vaihtoehtoa harrastukset. Kysymykseen seitsemän vastanneista oppilaista suurin osa koki oppineensa tiedon koulusta. Oppilaista 61 oli valinnut vaihtoehdon koulu. Kysymyksessä seitsemän vähiten oli rastitettu vaihtoehtoja harrastukset, Internet ja/tai sosiaalinen media, sisarukset, kaverit ja televisio.

Matemaattisissa kysymyksissä vaihtoehdon jostain muualta valinneet oppilaat kertoivat oppineensa vastaukseensa kirjoittamansa tiedon kotoa vanhemmiltaan tai omasta päästään. Osa jostain muualta vaihtoehdon valinneista oppilaista oli kirjoittanut ettei tiedä mistä on tiedon oppinut, tai että oli vain veikannut vastauksen kysymykseen.

Taulukko 12 Valittujen oppimisympäristöjen määrä matematiikan kysymyksissä

Kysymys	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kysymys 1	48	15	10	4	2	1	2	0	0	0
Kysymys 2	66	9	3	0	0	1	0	0	0	0
Kysymys 7	67	8	2	2	0	1	0	0	0	1
Yhteensä	181	32	15	6	2	3	2	0	0	1

Matematiikan kysymyksiin vastanneista oppilaista suurin osa (75 %) oli rastittanut yhden vaihtoehdoista kuvaamaan sitä, mistä oppilas koki oppineensa tiedon. Oppilaista 13 % oli rastittanut kaksi vaihtoehtoa ja 6 % kolme vaihtoehtoa.

6.3.2 Ympäristöopin kysymykset

Kyselylomakkeen kysymykset kolme, neljä, viisi ja kuusi sisälsivät kysymyksiä ympäristöopin aihealueista. Kysymysten c-kohdissa oppilaille oli mahdollisuus rastittaa annetuista vaihtoehdoista yksi tai useampi kuvaamaan sitä, mistä oppilas koki oppineensa kysymykseen vastaamansa tiedon. Kysymysten c-kohdissa annetut vaihtoehdot olivat koulu, vanhemmat tai muut läheiset aikuiset, sisarukset, kaverit, harrastukset, Internet ja/tai sosiaalinen media, televisio, kirjat ja/tai lehdet, kokemuksen kautta ja jostain muualta. Avaan taulukossa 13 oppimisympäristöjen jakautumista ympäristöopin kysymyksissä ja taulukossa 14 sitä, kuinka monta annetuista oppimisympäristö vaihtoehdoista oppilas on rastittanut ympäristöopin kysymyksissä.

Taulukko 13 Oppimisympäristöjen jakautuminen ympäristöopin kysymyksissä

Kysymys	koulu	vanhemmat tai muut läheiset aikuiset	sisarukset	kaverit	harrastukset	Internet ja/tai sosiaalinen media	televisio	kirjat ja/tai lehdet	kokemuksen kautta	jostain muualta
Kysymys 3	46	27	9	4	3	9	4	6	18	16
Kysymys 4	24	23	4	6	0	6	5	5	19	23
Kysymys 5	31	18	8	4	1	7	4	6	15	22
Kysymys 6	50	25	5	3	1	12	5	8	13	11
Yhteensä	151	93	26	17	4	34	18	25	65	72

Kysymyksessä kolme suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Oppilaista 46 oli rastittanut vaihtoehdon koulu. Toiseksi eniten valittuna vaihtoehdoista oli vanhemmat tai muut läheiset aikuiset. Tämän vaihtoehdon oli rastittanut 27 kysymykseen vastanneista oppilaista. Kysymyksessä kolme vähiten oli rastitettu vaihtoehtoja harrastukset, kaverit ja televisio. Kysymyksessä neljä suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta, vanhemmilta tai muilta läheisiltä aikuisilta ja jostain muualta. Oppilaista 24 oli rastittanut vaihtoehdoista koulun, 23 oli rastittanut

vanhemmat tai muut läheiset aikuiset ja 23 oli rastittanut vaihtoehdoin jostain muualta. Kokemuksen kautta -vaihtoehdon oli rastittanut 19 oppilasta. Kukaan kysymykseen neljä vastanneista oppilaista ei ollut rastittanut vaihtoehtoa harrastukset. Kysymyksessä viisi suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Oppilaista 31 oli rastittanut vaihtoehdon koulu. Toiseksi eniten vaihtoehdoista valittuna oli jostain muualta, jonka oli rastittanut 22 kysymykseen viisi vastanneista oppilaista. Kysymyksessä viisi vähiten valintoja sai vaihtoehto harrastukset. Kysymyksessä kuusi suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Oppilaista 50 oli rastittanut vaihtoehdon koulu. Toiseksi eniten valittuna vaihtoehdoista oli vanhemmat tai muut läheiset aikuiset. Tämän vaihtoehdon oli rastittanut 25 kysymykseen vastanneista oppilaista. Myös kuudennessa kysymyksessä vähiten valintoja sai vaihtoehto harrastukset.

Ympäristöopin kysymyksissä vaihtoehdon jostain muualta valinneet oppilaat kertoivat oppineensa vastaukseensa kirjoittamansa tiedon omasta päästään. Osa jostain muualta -vaihtoehdon valinneista oppilaista oli kirjoittanut ettei tiedä mistä on tiedon oppinut tai, että oli vain veikannut vastauksen kysymykseen. Kysymyksessä kolme jostain muualta -vaihtoehdon valinneet oppilaat kertoivat näiden lisäksi oppineensa kyseisen tiedon TVO:n tiedeleiriltä, fysiikasta ja ravintolasta. Kysymyksessä kuusi puolestaan yksi oppilaista kertoi oppineensa tiedon avaruustiedoista.

Taulukko 14 Valittujen oppimisympäristöjen määrä ympäristöopin kysymyksissä

Kysymys	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kysymys 3	59	9	7	4	1	1	1	0	0	1
Kysymys 4	57	13	4	1	2	1	0	0	0	0
Kysymys 5	62	12	2	2	0	1	0	0	0	1
Kysymys 6	59	12	5	1	2	2	0	0	1	0
Yhteensä	237	46	18	8	5	5	1	0	1	2

Ympäristöopin kysymyksiin vastanneista oppilaista suurin osa (73 %) oli rastittanut yhden vaihtoehdoista kuvaamaan sitä, mistä oppilas koki oppineensa tiedon. Oppilaista 14 % oli rastittanut kaksi vaihtoehtoa ja 6 % kolme vaihtoehtoa.

7 POHDINTA

Tutkimukseni tarkoituksena oli selvittää millä tavoin viidennen luokan oppilaat perustelevat vastauksiaan matematiikan ja ympäristöopin tehtävissä, minkälaisia oppilaiden perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta ja mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa.

Tutkimukseeni vastanneiden oppilaiden kirjoittamat perustelut voitiin luokitella seitsemään ryhmään. Matematiikan kysymyksissä vastausten perustelut voitiin jakaa ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, perustelut lukujen ja laskutoimitusten avulla, konkretia (arjen matematiikka), veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin* sekä *tyhjät/hylätyt*. Matemaattisiin kysymyksiin oikein vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastauksiaan lukujen ja laskutoimitusten avulla. Tämän voidaan ajatella olevan oletettavissa, sillä suurin osa oppilaista, jotka osaavat vastata tehtävään oikein osaavat myös luultavammin selittää, miten päätyivät kyseiseen vastaukseen. Myös matemaattisiin kysymyksiin väärin vastanneista oppilaista suurin osa perusteli vastauksiaan lukujen ja laskutoimitusten avulla ja kysymyksessä seitsemän lukujen ja laskutoimitusten lisäksi vastaamalla perusteluihin veikkaus tai arvaus. Matematiikan opetuksen tavoitteena vuosiluokilla 1-2 on ” - - kehittää oppilaiden kykyä ilmaista matemaattista ajatteluaan konkreettisin välinein, suullisesti, kirjallisesti ja piirtäen sekä tulkiten kuvia.” (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 128). Myös vuosiluokkien 3-6 matematiikan opetuksen tavoitteeksi on kirjattu monipuolisten ilmaisutapojen harjoittamisen tukeminen ja niiden käyttämiseen kannustaminen. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 235). Perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteiden mukaan koulussa tulisi siis harjoitella matemaattisen ajattelun ilmaisemista eri tavoin. Ei siis ole ihme, että suurin osa tutkimukseeni vastanneista oppilaista perusteli vastaustensa luvuilla ja laskutoimituksilla ja avaamalla omaa matemaattista ajatteluaan. Matemaattisiin kysymyksiin väärin vastanneista oppilaista moni perusteli vastaustaan myös veikkauksella tai arvauksella. Näen, että näissä tilanteissa oppilas ei ole tiennyt vastausta kysytyyn kysymykseen, mutta on silti halunnut vastata kysymykseen jotain. Vastauksen perusteluksi on tällöin merkattu *veikkaus/arvaus*.

Ympäristöopin kysymyksissä vastausten perustelut voitiin luokitella ryhmiin *minulle on opetettu/kerrottu näin, kokemuksen kautta, veikkaus/arvaus, en tiedä/en osaa, koska se on niin, tehtäväkohtaiset perustelut ja tyhjä/hylätyt*. Sekä oikeissa että väärissä vastauksissa oppilaat käyttivät perusteluina eniten tehtäväkohtaisia perusteluita. Tehtäväkohtaisten perusteluiden käyttämistä voidaan pohtia tarkastelemalla esimerkiksi perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2014) asetettuja ympäristöopin tavoitteita. Ympäristöopin opetuksen tavoitteena on, että ” - - oppilaat harjaantuvat hankkimaan, käsittelemään, tuottamaan, esittämään, arvioimaan ja arvottamaan tietoa erilaisissa tilanteissa.” (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 239). Tämä perusopetuksen opetussuunnitelmaan kirjattu tavoite paljastaa ympäristöopin oppiaineen tutkimuksellisen luonteen. Tutkimuksellista lähestymistapaa noudattavassa opetuksessa oppilaat suunnittelevat ja toteuttavat pieniä tutkimuksia ja tulkitsevat tutkimuksesta saatuja tuloksia. Tulosten tulkitsemisvaiheessa tutkittavaa kohdetta tai aihetta pohditaan aina toteutetun tutkimuksen kautta. (Uitto 2016, 125.) Tutkittavaa ilmiötä pyritään siis selittämään ilmiöön liittyvien tekijöiden keinoin. Tämä tuli esiin myös ympäristöopin kysymysten vastausten perusteluissa, joissa oppilaat perustelivat vastauksiaan kysymyksen aihetta selventävillä tekijöillä. Ympäristöoppiin sisältyvällä tutkimuksellisella lähestymistavalla voi olla siis vaikutusta siihen, minkä takia suurin osa oppilaista perusteli antamiaan vastauksiaan tehtäväkohtaisin perustein.

Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut luokiteltiin seitsemään ryhmään. Ryhmät olivat matematiikan ja ympäristöopin kysymyksissä samat kuin kaikkien kyselylomakkeiden perusteluiden luokittelussa käytetyt ryhmät. Matematiikan kysymyksiin vastanneiden oppilaiden virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteluina käytettiin eniten lukuja ja laskutoimituksia. Ympäristöopin virhekäsityksiä sisältävien vastausten perusteluissa käytettiin eniten tehtäväkohtaisia perusteluita. Virhekäsityksiä sisältävien vastausten perustelut jakautuivat siis matematiikan ja ympäristöopin kysymyksissä samoin, kuin tarkasteltaessa kaikkia tutkimuksessa saatuja perusteluita. Oppilailla olevien virhekäsitysten ei nähty siis vaikuttavan poikkeavasti siihen, miten perustelut jakautuivat ryhmiin. Voidaankin siis pohtia, voisiko oppilaiden tavat perustella johtua ennemmin siitä, minkälaisia kokemuksia perustelemisesta he ovat saaneet.

Tekemässäni tutkimuksessa halusin myös selvittää, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastatessa. Matemaattisissa kysymyksissä suurin osa oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Myös ympäristöopin kysymyksissä moni oppilaista koki oppineensa tiedon koulusta. Ympäristöopin kysymyksissä tämä ei kuitenkaan ollut niin selkeästi nähtävissä kuin matematiikan kysymyksissä. Ympäristöopin kysymyksissä valittujen vaihtoehtojen välillä ei ollut määrällisesti yhtä suuria eroja, kuin matematiikan kysymyksissä. Koulun lisäksi moni oppilaista oli ympäristöopin kysymyksissä valinnut oppimistaan kuvaavaksi vaihtoehdoksi vanhemmat tai muut läheiset aikuiset sekä vaihtoehdon jostain muualta. Kangas, Kopisto ja Krokfors (2016, 80) ovat todenneet, että oppilaat oppivat suurimman osan tiedoistaan ja taidoistaan muualta kuin koulusta. Tutkimuksestani saadut tulokset eivät olleet yhteneviä Kangaksen, Kopiston ja Krokforsin tutkimuksista saatujen tulosten kanssa. Yhtenä syynä siihen, miksi suurin osa oppilaista kertoi oppineensa tiedon koulusta, voi olla se, että kysymysten aiheet sisältyivät osaksi neljännellä ja viidennellä luokalla käsiteltäviä aiheita. Tämä oli nähtävissä erityisesti matematiikan kysymysten kohdalla. Valittuja oppimisympäristöjä tutkittaessa voidaan myös pohtia sitä, onko kyselylomakkeeseen kirjoitettujen vaihtoehtojen järjestyksellä merkitystä oppilaiden tekemään päätökseen. Jokaisen kysymyksen c-kohdassa ensimmäisenä vastausvaihtoehtona oli koulu.

Matemaattisista kysymyksistä helpoimmaksi osoittautui kysymys yksi ja vaikeimmaksi kysymys kaksi. Kysymyksessä yksi oppilaiden tehtävänä oli kertoa kuinka paljon on puolesta puolet. Vastaus tuli ilmoittaa murtolukuna. Sanat puoli ja puolikas ovat varmasti oppilaille tuttuja monista eri asiayhteyksistä. Voidaankin siis pohtia, oliko käsitteen tuttuudella merkitystä siihen, että kysymys yksi osoittautui matemaattisista kysymyksistä helpoimmaksi. Kysymyksessä kaksi oppilaiden tehtävänä oli asettaa annetut murtoluvut oikeaan järjestykseen valmiiksi lukusuoralle merkittyihin laatikoihin. Gabrielin ym. vuonna 2013 julkaistussa tutkimuksessa tutkittiin oppilaiden vaikeutta ymmärtää murtolukuja. Tutkimuksessa selvisi, että oppilaille vaikeita olivat mm. tehtävät, joissa oppilaiden tuli asettaa annetut murtoluvut lukusuoralle oikeaan järjestykseen. (Gabriel ym. 2013, 8.) Myös omassa tutkimuksessani kysymyksen kaksi lukusuoratehtävä osoittautui matematiikan kysymyksistä vaikeimmaksi.

Ympäristöopin kysymyksistä helpoimmaksi osoittautui kysymys kolme ja vaikeimmiksi kysymykset neljä ja viisi. Kysymyksessä kolme oppilaiden tehtävänä oli kertoa mitä kynttilän liekille tapahtuu, kun palavan kynttilän päälle asetetaan lasi. Kysymys osoittautui ympäristöopin kysymyksistä helpoimmaksi. Yhtenä syynä tähän voi olla se, että monissa viidennen luokan ympäristöopin kirjoissa käsitellään palamisen edellytyksiä kirjojen alkupuolella. Näin ollen oppilailla saattoi olla tuoreessa muistissa teoreettinen tieto palamisen edellytyksistä. Kysymyksessä neljä oppilaiden tehtävänä oli kertoa mitä sokerille tapahtuu, kun sokeria sekoitetaan lusikalla lasissa olevaan veteen. Tässä kysymyksessä suurin osa vääristä vastuksista johtui siitä, että oppilaat olivat käyttäneet termiä sulaminen. Sulamista käytetään arkielämässä usein kuvaamaan liukenemista, joten oli olettavissa, että moni oppilaista vastaa sokerin sulavan veteen. Kysymyksessä viisi oppilaiden tehtävänä oli valita kolmesta annetusta vaihtoehdosta se, joka heidän mielestään kuvastaa parhaiten sitä, miksi näemme pöydällä olevan omenan. Kysymyksessä annettujen vastausvaihtoehtojen joukossa oli tyypillisimpiä aiheeseen liittyviä virhekäsityksiä. Tämän johdosta ei ole ihme, että viides kysymys oli yksi vaikeimmista ympäristöopin kysymyksistä.

Tutkimukseen osallistuneet oppilaat vastasivat enemmän oikein ympäristöopin kysymyksissä, kuin matematiikan kysymyksissä. Yhtenä syynä tähän voi olla se, että osalla luokista murtolukuja oltiin käyty viimeksi läpi neljännellä luokalla. Koska osalla oppilaista murtolukujen käsittelystä oli enemmän aikaa, saattaa olla että murtoluvut ja murtolukujen merkintätavat eivät olleet tuoreessa muistissa, jonka johdosta oppilaat tekivät vastauksissaan virheitä. Tämä mahdollisuus on huomioitu tulosten tarkastelussa. Toisaalta yhtenä syynä ympäristöopin kysymysten parempaan osaamiseen voi olla se, että oppilailla oli mahdollisesti enemmän kokemuksia ympäristöopin aihealueista. Kynttilän liekin sammuminen, sokerin liukeneminen kuumaan juomaan sekä päivän ja yön vaihtelu ovat aiheita, joita varmasti jokainen oppilas on kohdannut omassa arkielämässään. Matematiikan tehtävistä kysymykset kaksi ja seitsemän olivat lisäksi sellaisia, joihin törmää usein vain koulussa matematiikan tunneilla.

Matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastanneista oppilaista suurin osa koki oppineensa tiedon koulusta. Koska koulun rooli oppimisessa näyttäytyy niin suurena, olisi aiheellista pohtia, miten tätä oppimisympäristöä tulisi kehittää niin, että virhekäsitysten syntyä pystyttäisiin ehkäisemään tai jo syntyneitä virhekäsityksiä

voitaisiin muuttaa. Tutkimuksen pohjalta voidaan nähdä, että mahdollisuutena voisi olla oppilaiden perustelutaitojen kehittäminen koulussa. Hyvien perustelutaitojen osaaminen edellyttää syvempää ymmärrystä käsiteltävästä aiheesta. Jotta oppilaat osaisivat tavoitella tätä syvempää ymmärrystä, tulisi perustelutaitojen opettamiseen panostaa enemmän.

7.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuuden tarkasteleminen on tärkeä osa tutkimuksen tekoa. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan tutkia esimerkiksi tutkimalla tutkimuksen reliaaabeliutta ja validiutta. Käsite reliaaabelius kuvaa tutkimuksen toistettavuutta ja käsite validius tutkimuksen tarkoituksen onnistumista. (Metsämuuronen 2006, 56.) Käytin tutkimukseni aineistonkeruumenetelmänä paperista kyselylomaketta. Ennen kyselylomakkeen tekoa perehdyin aikaisemmin tehtyihin virhekäsityksiä käsitteleviin tutkimuksiin, sekä viidennen luokan matematiikan ja ympäristöopin oppikirjoihin. Kyselytutkimukseni lomake ja ohje kyselylomakkeeseen vastaamisesta löytyvät liitteestä kolme (LIITE 3). Tämän lisäksi olen selostanut TULOKSET -osiossa tarkasti, miten olen merkinnyt erilaiset vastaukset oikeiksi ja vääriksi ja miten virhekäsityksiä on tulkittu oppilaiden vastauksista. Tutkimus on toteutettavissa uudestaan antamieni ohjeiden mukaan. Tutkimuksen reliaaabeliutta voidaan siis pitää hyvänä.

Tutkimuksen validiteettia voidaan pitää yhtenä tärkeimpänä tutkimuksen luotettavuuden perusteena (Vehkalahti 2008, 41). Testasin kyselylomakkeeni toimivuutta etukäteen teettämällä kyselyn yhdellä lähipiirini kuuluvalla viidesluokkalaisella. Kyselylomakkeen testaamisella pystyin varmistumaan kyselylomakkeeni olevan validi asettamieni tutkimuskysymysten suhteen. Tutkimukseni tarkoituksena oli kartoittaa ja kuvailla, minkälaisia perusteluita viidennen luokan oppilaat esittävät matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastattaessa ja minkälaisia nämä perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tutkimustuloksia tarkasteltaessa on nähtävissä, että oppilaiden perustelut jakoutuivat sekä matematiikan että ympäristöopin kysymyksissä seitsemään eri ryhmään ja perustelut olivat selkeästi toisistaan erotettavissa. Tutkimuksestani saadut tulokset antavat mielestäni hyvän kuvan siitä, minkälaisia perusteluita viidennen luokan oppilaat esittävät matematiikan ja

ympäristöopin kysymyksiin vastatessa. Tutkimusotokseni sisälsi myös paljon virhekäsityksiä sisältäviä vastauksia ja perusteluita. Myös näiden pohjalta voidaan saada kuvaa siitä, minkälaisia perustelut ovat, kun oppilaalla on virhekäsityksiä kysytystä aiheesta. Tutkimukseni tarkoituksena oli myös kartoittaa, mistä viidennen luokan oppilaat kokevat heidän tietojensa olevan peräisin matematiikan ja ympäristöopin kysymyksiin vastattaessa. Koska tutkimukseni tarkoitus oli kartoittava, antoivat tutkimuksestani saadut tulokset hyvän käsityksen siitä, mistä oppilaat ajattelevat oppimisensa olevan peräisin. Kyselylomakkeeni kuudes kysymys oli ainoa kyselylomakkeen kysymyksistä, jonka muotoilun johdosta osa oppilaista vastasi kysymykseen eri tavalla kuin alun perin oli tarkoitus. Osa oppilaista ajatteli kuudennessa kysymyksessä kysyttävän sitä, miksi on tärkeää, että välillä on päivä ja välillä on yö. Kysymyksen tarkoituksena oli kuitenkin hakea vastausta siihen, mistä päivän ja yön vaihtelu johtuvat. Kysymyksen oli ymmärtänyt tällä toisella tavalla kuitenkin vain pieni osa oppilaista, jonka johdosta oppilaiden antamat vastaukset eivät vaikuttaneet suuresti tulosten tarkasteluun.

Tutkimukseni on toteutettu useassa eri luokassa ja useassa eri koulussa. Tämän voidaan katsoa lisäävän tutkimukseni luotettavuutta. Lisää luotettavuutta olisi saatu, jos tutkimusta oltaisiin toteutettu vielä laajemmalla alueella, esimerkiksi useammassa maakunnassa. Koronaviruspandemian (COVID-19) takia kouluihin ei otettu vierailijoita, jonka takia en itse voinut olla paikalla tutkimuksen toteutuspäivänä. Täyttä varmuutta ei siis saada siitä, että tutkimus olisi toteutettu jokaisessa luokassa täysin samalla tavalla. Tutkimuksen luotettavuutta lisää kuitenkin se, että ennen tutkimuksen toteutusta jokaiselle tutkimukseen osallistuneen luokan opettajalle on lähetetty tarkat ohjeet kyselylomakkeeseen vastaamisesta ja tutkimuksen toteuttamisesta. Opettajia ohjeistettiin lukemaan lähetetyt ohjeet ennen kyselylomakkeiden jakamista. Kyselylomakkeissa oli tämän lisäksi lyhennetyt ohjeet vastaamisesta, joista oppilaan oli helppo tarkistaa vastaamiseen sisältyvää ohjeistusta. Tutkimuksesta saatuja tuloksia tarkasteltaessa täytyy huomioida se, että tulkinnat oppilaiden vastauksista ovat omiani. Olen kuitenkin pyrkinyt tulosten analysoimisvaiheessa tarkastelemaan tuloksia objektiivisesti niin, etteivät omat kokemukseni ja ajatukseni olisi vaikuttaneet tekemiini päätelmiin. Tutkimuksen otoskoon takia tutkimuksestani saatuja tuloksia ei voida yleistää koskemaan kaikkia Suomen viidesluokkalaisia.

Hyvän tutkimuseetiikan mukaan tutkittavilla tulee olla oikeus päättää osallistumisestaan tutkimukseen. Ennen päätöstä on tutkittavia informoitava tutkimuksen sisällöstä, toteutuksesta ja tarkoituksesta. (Kuula 2011, 61.) Lähetin ennen oman tutkimukseni toteuttamista tutkimukseen osallistuvien oppilaiden huoltajille tutkimuslupa-anomukset, joissa kerroin tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimuksen toteutuksesta ja tutkimustulosten käsittelystä. Oppilaiden nimiä ei kerätty kyselylomakkeisiin tutkittavien anonymiteetin turvaamiseksi. Tämä informoitiin oppilaille ennen tutkimuksen toteutusta. Anonymiteetin suojelemisesta kerrottiin myös tutkimuslupa-anomuksessa.

7.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimusaineisto sisältää paljon tietoa, jota ei asetettujen tutkimuskysymysten takia analysoitu tässä tutkimuksessa tarkemmin. Tutkimus kuvailee oppilaiden perusteluita matematiikan ja ympäristöopin kysymyksissä. Lisäksi tutkimus kartoittaa, mitä oppilaat ajattelevat omasta oppimisestaan ja oppimisympäristöistään. Tutkimuksesta ei tehty vertailevaa tutkimusta asetettujen tutkimuskysymysten välillä. Jatkotutkimusmahdollisuutena on selvittää, onko oppilaan antamalla perustelulla yhteyttä hänen valitsemaansa oppimisympäristöön. Lisäksi voidaan pohtia esimerkiksi seuraavan kaltaisia kysymyksiä: ”Mitkä vaihtoehdoista valikoituivat kuvaamaan omaa oppimista niillä oppilailla, jotka perustelivat vastaustaan kokemuksella tai konkreetilla?” tai ”Perustelivatko nämä oppilaat vastauksiaan kokemuksilla ja konkreetilla sekä matematiikan että ympäristöopin kysymyksissä ja minkälainen oppimistyyli tämän kaltaisilla oppilailla on?” Tutkimuksessa ei analysoida oppilaiden vastausten perusteluissa käyttämää kieltä. Jatkotutkimusmahdollisuutena on myös selvittää, millä sanavalinnoilla ja millä tavoin oppilaat pyrkivät todistamaan vastaustaan. Lisäksi voidaan tutkia, eroavatko oppilaiden kirjalliset perustelut oppilaiden suullisista perusteluista.

Virhekäsitysten tutkiminen on tärkeää, mutta opetuksen ja oppimisen kannalta vielä tärkeämpää on se, miten näistä virhekäsityksistä päästään eteenpäin. Tutkimus tarjoaa pohjan jatkotutkimukselle, jossa virhekäsitysten esiintymisen sijaan voidaan tutkia oppilaiden perustelutaitojen tasoa ja näiden taitojen tason yhteyttä virhekäsityksiin. Oppilaiden perustelemaan oppimista ja sen mahdollista vaikutusta virhekäsityksiin tulisi tutkia lisää.

LÄHTEET

Ahtee, M., Juuti, K., Lampiselkä, J., Lavonen, J. & Suomela, L. 2009. Luokanopettajaksi opiskelevien käsityksiä havaintojen tekemisestä luonnontieteissä. Teoksessa Merenluoto, K. & Hurme, T-R. (toim.) Matematiikan ja luonnontieteiden oppimista ja ajattelun taitoa tutkimassa. Raportti matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n tutkimuspäiviltä 28.-29.9.2007. Turun opettajankoulutuslaitos. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B: 79, 81-94.

Aunio, P., Hannula M. & Räsänen, P. 2008. Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T. & Malinen, P. (toim.) Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 198-221.

Aunola, K. & Nurmi, J-E. 2018. Matemaattisten taitojen kehitys kouluiässä. Teoksessa Joutsenlahti, J., Silfverberg, H. & Räsänen, P. (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 54-68.

Barlow, A. T., Watson, L. A., Tessema, A. A., Lischka, A. E & Strayer, J. F. 2018. Inspection – worthy mistakes: which and why? *Teaching Children Mathematics* 24 (6), 384-393.

<https://www.jstor.org/stable/10.5951/teachilmath.24.6.0384> [viitattu 12.5.2021]

diSessa, A. 2014. A History of Conceptual Change Research: Threads and Fault Lines. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* 2018, 88-108.

<https://www-cambridge-org.ezproxy.utu.fi/core/books/cambridge-handbook-of-the-learning-sciences/history-of-conceptual-change-research/D3902E2ACAA0764A9F3C92342B0E1499> [viitattu 9.11.2021]

Evens, H. & Houssart, J. 2004. Categorizing pupils' written answers to a mathematics test question: 'I know but I can't explain'. *Educational research* 46 (3), 269-282.

<https://www-tandfonline-com.ezproxy.utu.fi/doi/abs/10.1080/0013188042000277331> [viitattu 23.11.2021]

Fan, J. & Zhang, L. 2013. The role of learning environments in thinking styles. *Educational psychology* 34 (2), 252-268.

<https://www.tandfonline-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1080/01443410.2013.817538>
[viitattu 3.12.2021]

Gabriel, F., Coché, F., Szucs, D., Carette, V., Rey, B. & Content, A. 2013. A componential view of childrens's difficulties in learning fractions. *Frontiers in psychology* 4, 1-12.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00715/full> [viitattu 8.11.2021]

Hakkarainen, O. & Ahtee, M. 2011. Miten yläkoulun oppilaat prosessoivat ilmiöstä tekemiään havaintoja luonnontieteissä? Teoksessa Tainio, L., Juuti, K., Kallioniemi, A., Seitamaa-Hakkarainen, P. & Uitto, A. (toim.) *Ainedidaktisia tutkimuksia 1. Näkökulmia tutkimusperustaiseen opetukseen*. Helsinki: Suomen ainedidaktinen tutkimusseura ry, 151-166.

Halinen, I., Hotulainen, R., Kauppinen, E., Nilivaara, P., Raami, A. & Vainikainen, M.-P. 2016. *Ajattelun taidot ja oppiminen*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Haslag, A. & Concannon, J. P. 2012. Reflecting on students' misconceptions about light: Using research to guide assessment and instruction. *Science Scope* 35 (6), 64-69.

<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.utu.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=1ad33431-39fc-4c1e-af73-9396cfe2a0ea%40sessionmgr102> [viitattu 14.5.2021]

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Juuti, K. 2016. *Ympäristöoppia opettamaan*. Teoksessa Juuti, K. (toim.) *Ympäristöoppia opettamaan*. Jyväskylä: PS-kustannus, 9-14.

Jyrhämä, R. 2004. Sisällön erittelyn mahdollisuuksia. Taulukkolaskentaohjelma analysoinnin apuna. Teoksessa Kansanen, P. & Uusikylä, K. *Opetuksen tutkimuksen monet menetelmät*. Jyväskylä: PS-kustannus, 223-237.

Kaasila, K. & Pehkonen, E. 2009. Luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä tehokkaasta matematiikan opetuksesta. Teoksessa Merenluoto, K. & Hurme, T-R. Matematiikan ja luonnontieteiden oppimista ja ajattelun taitoa tutkimassa. Raportti matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n tutkimuspäiviltä 28.-29.9.2007. Turun opettajankoulutuslaitos. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B: 79, 95-109.

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 176.

Kangas, M., Kopisto, K. & Krokfors, L. 2016. Tulevaisuuden koulussa opitaan kaikkialla, yhdessä ja luovasti – elämää varten. Teoksessa Cantell, H. & Kallioniemi, A. (toim.) Kansankynttilä keinulaudalla. Miten tulevaisuudessa opitaan ja opetetaan. Jyväskylä: PS-kustannus, 77-94.

Kangas, M., Kopisto, K., Löfman, K., Salo, L. & Krokfors, L. 2017 'I'll take care of the flowers!' Researching agency through initiatives across different learning environments. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning* 17 (1), 82-91.
<https://www-tandfonline-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1080/14729679.2016.1246256>
[viitattu 28.11.2021]

Keeley, P. 2012. Misunderstanding misconceptions. *Science Scope* 35 (8), 12-13, 15.
<https://www.jstor.org/stable/43184609> [viitattu 22.4.2021]

Kind, P. & Osborne, J. 2016. Styles of scientific reasoning: a cultural rationale for science education? *Science Education* 101 (1), 8-31.
<https://web-p-ebSCOhost-com.ezproxy.utu.fi/ehost/detail/detail?vid=0&sid=253e55bb-5257-48c8-8c64-a702c9e0d6ef%40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtG12ZQ%3d%3d#db=ehh&AN=120232619> [viitattu 4.12.2021]

Kronqvist, E-L. & Kumpulainen, K. 2011. Lapsuuden oppimisympäristöt. Eheä polku varhaiskasvatuksesta kouluun. Helsinki: WSOYpro Oy.

Kumpulainen, K., Krokfors, L., Lipponen, L., Tissari, V., Hilppö, J. & Rajala, A. 2010. Oppimisen sillat. Kohti osallistavia oppimisympäristöjä. Helsinki: CICERO Learning, Helsingin yliopisto.

Kuula, A. 2014. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Vastapaino.

Laine, A., Huhtala, S. & Kaasila, R. 2018. Jakolaskun oppimisesta ja oppimisen haasteista. Teoksessa Joutsenlahti, J., Silfverberg, H. & Räsänen, P. (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 70-85.

Lampiselkä, J. 2016. Kemia – aineiden muutosten tiede. Teoksessa Juuti, K. (toim.) Ympäristöoppia opettamaan. Jyväskylä: PS-kustannus, 33-55.

Lonka, K. 2014. Oivaltava oppiminen. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Manninen, J., Burman, A., Koivunen, A., Kuittinen, E., Luukannel, S., Passi, S. & Särkkä, H. 2007. Oppimista tukevat ympäristöt. Johdatus oppimisympäristöajatteluun. Helsinki: Opetushallitus.

Mellanby, J. & Theobald, K. 2014. Education and Learning. An Evidence-Based Approach. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Metsämuuronen, J. (toim.) 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, C. & Richardson, K. 2013. Learning to argue: A study four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. Journal of research in science teaching 50 (3), 315-347.

<https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1002/tea.21073> [viitattu 23.11.2021]

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.

Ryan, J. & Williams, J. 2007. Children's mathematics 4-15. Learning from errors and misconceptions. Maidenhead: The McGraw-Hill Companies, Open University Press.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/detail.action?docID=316320&pq-origsite=primo> [viitattu 24.8.2021]

Sandberg, G. 2016. Different children's perspectives on their learning environment. *European journal of special needs education* 32 (2), 191-203.
<https://www-tandfonline-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1080/08856257.2016.1216633> [viitattu 28.11.2021]

Soini, T., Pietarinen, J., Toom, A. & Pyhältö, K. 2016. Haluanko, osaanko ja pystynkö oppimaan taitavasti yhdessä muiden kanssa? Opettajan ammatillisen toimijuuden kehittyminen. Teoksessa Cantell, H. & Kallioniemi, A. (toim.) *Kansankynttilä keinulaudalla. Miten tulevaisuudessa opitaan ja opetetaan*. Jyväskylä: PS-kustannus, 53-75.

Sormunen, K., Hartikainen-Ahia, A. & Koskela, T. 2021. Oppilaiden tuen tarpeet luonnontieteiden opetuksessa opettajaopiskelijoiden näkökulmasta. *LUMAT General Issue* 9 (1), 126-148.
<https://journals.helsinki.fi/lumat/article/view/1467> [viitattu 16.4.2021]

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Uitto, A. 2016. *Biologia – elämän tiede*. Teoksessa Juuti, K. (toim.) *Ympäristöoppia opettamaan*. Jyväskylä: PS-kustannus, 57-76.

Uitto, A. 2016. Tutkimuksellinen lähestymistapa ympäristöopin opetuksessa. Teoksessa Juuti, K. (toim.) *Ympäristöoppia opettamaan*. Jyväskylä: PS-kustannus, 115-132.

Vehkalahti, K. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vosniadou, S. & Skopeliti, I. 2017. Is it the Earth that turns or the Sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education* 39 (15), 2027-2051.
<https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1080/09500693.2017.1361557> [viitattu 2.3.2021]

Wright, R. J., Martland, J. & Stafford A. K. 2006. *Early Numeracy. Assessment for teaching & intervention*. London: SAGE Publications Ltd.

LIITE 1

Tutkimuslupa-anomus oppilaiden huoltajille

Hei!

Opiskelen Turun yliopiston opettajankoulutuslaitoksen Rauman yksikössä luokanopettajaksi ja teen pro gradu –tutkimusta. Tutkimukseni tarkoituksena on tuoda esiin oppilaiden omaa ajattelua matematiikassa ja luonnontieteitä käsittelevissä oppiaineissa. Koen oppilaiden oman ajattelun esiin tuomisen tärkeäksi, jotta luokanopettaja pystyy paremmin ymmärtämään oppilaidensa erilaisia käsityksiä ja korjaamaan mahdollisia syntyneitä virhekäsityksiä.

Tutkimuksen aineiston kerääminen toteutetaan paperisella kyselylomakkeella lokakuussa 2020. Kerättyä aineistoa käsitellään tutkimuseettisten toimintaperiaatteiden mukaisesti tässä tutkimuksessani ja mahdollisissa jatkotutkimuksissa. Oppilaat pysyvät tutkimuksessani ja mahdollisissa jatkotutkimuksissa anonyymeinä, eikä heidän nimiään tuoda ilmi missään kohtaa tutkimuksia.

Pyydän teiltä lupaa lapsenne tutkimukseen osallistumiseen ja tutkimuksessa kerätyn aineiston käyttöön mahdollisissa minun ja/tai ohjaavan opettajani jatkotutkimuksissa.

Mikäli kaipaatte lisätietoa tutkimuksestani, olkaa vapaasti yhteydessä minuun. Vastaan mielelläni kysymyksiinne.

Ystävällisin terveisin

Elina Vainio

Tutkimustani ohjaa

Sari Yrjänäinen

Turun yliopisto

Lapsen nimi _____

Lapseni saa osallistua tutkimukseen ja tutkimuksessa
kerättyä aineistoa saa käyttää mahdollisissa lisätutkimuksissa.

Lapseni ei saa osallistua tutkimukseen ja tutkimuksessa
kerättyä aineistoa ei saa käyttää mahdollisissa lisätutkimuksissa.

Huoltajan allekirjoitus _____

LIITE 2

Survey consent petition for pupils' guardians

Hello

I am studying to become a class teacher at the Rauma campus of University of Turku and I am doing research for my master's thesis. The purpose of my research is to bring forward the pupils' own thinking regarding mathematics and natural science subjects. I think that it is important to bring forward pupils' own thinking to help the class teacher understand the different conceptions that the pupils might have and to correct the possible misunderstandings.

The data will be gathered with a questionnaire during October 2020. The collected data will be processed with ethical principles in this and possible further research. The anonymity of pupil's will be guaranteed through the entire research and possible further research processes and pupils' names will not be mentioned at any stage.

I ask for your permission to use the collected data in my research and in possible further research by me or my advisor.

If You need any further information please contact me. I will be happy to answer all Your questions.

Kind regards

Elina Vainio

My advisor

Sari Yrjänäinen

Turun yliopisto

Child's name _____

My child is allowed to take part in this research and the
collected data can be used in possible further research.

My child is not allowed to take part in this research and the
collected data cannot be used in possible further research.

Guardian's signature _____

LIITE 3

Ohjeet

1. Vastaa jokaiseen kysymykseen rohkeasti jotain, vaikka et olisikaan varma oikeasta vastauksesta.
2. Kirjoita joka kysymyksessä kohtaan b) perustelut, miksi vastasit kohtaan a) niin kuin vastasit. Voit kirjoittaa vastauksesi vapaamuotoisesti. Vastauksen ei tarvitse olla täysinä virkkeitä.
3. Valitse kohdassa c) se vaihtoehto, mistä olet saanut tietosi. Voit valita useamman vaihtoehdon.

1) a) Kuinka paljon on puolesta puolet? Kerro vastaus murtolukuna.

Vastaus: _____

b) Miksi? Perustele vastauksesi

c) Mistä olet oppinut ,? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

2) a) Merkitse alla annetut murtoluvut oikeaan järjestykseen lukusuoralle asetettuihin laatikoihin.

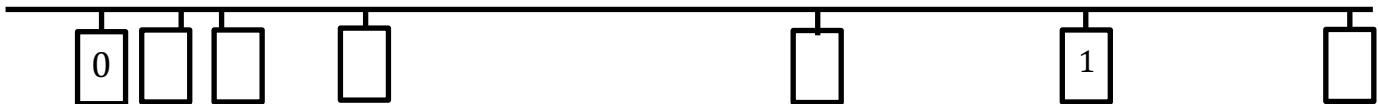
Huom. tyhjiä paikkoja on enemmän kuin murtolukuja.

$$\frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{8}$$

$$\frac{5}{4}$$

$$\frac{2}{12}$$



b) Kerro miksi laitoit murtoluvut juuri tähän järjestykseen lukusuoralle. Perustele erikseen jokaisen murtoluvun paikka.

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

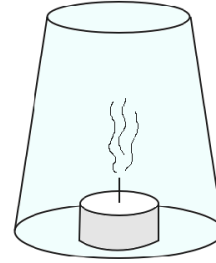
3) a) Kynttilä sytytetään palamaan, jonka jälkeen kynttilän päälle asetetaan lasi. Kynttilä palaa hetken, mutta sitten sen liekki sammuu. Miksi kynttilä palaa hetken ja sammuu sitten?



VAIHE 1



VAIHE 2



VAIHE 3

Vastaus: _____

b) Perustele vastauksesi

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

koulu

vanhemmat tai muut läheiset aikuiset

sisarukset

kaverit

harrastukset

Internet ja/tai sosiaalinen media

televisio

kirjat ja/tai lehdet

kokemuksen kautta

jostain muualta

Kerro mistä _____

4. a) Sokeria sekoitetaan lusikalla lasissa olevaan veteen. Mitä sokerille tapahtuu?

Vastaus: _____

b) Perustele vastauksesi. Miksi sokerille tapahtuu näin?

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

5. a) Näemme pöydällä olevan omenan, koska...

Ympyröi yksi seuraavista vaihtoehdoista

- ... näkeminen perustuu silmästä omenaan lähteviin valonsäteisiin.
- ... omena on kirkkaan värinen.
- ...omena heijastaa valoa silmään.

b) Perustele vastauksesi. Voit myös piirtää selittävän kuvan.

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

6. a) Miksi välillä on päivä ja välillä yö?

Vastaus: _____

b) Perustele vastauksesi. Voit myös piirtää selittävän kuvan.

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

7. a) Muuta desimaaliluvut murtoluvuiksi

0,3 = _____

0,01 = _____

b) Perustele erikseen kumpikin vastaus.

c) Mistä olet oppinut tämän? Rastita yksi tai useampi.

- koulu
- vanhemmat tai muut läheiset aikuiset
- sisarukset
- kaverit
- harrastukset
- Internet ja/tai sosiaalinen media
- televisio
- kirjat ja/tai lehdet
- kokemuksen kautta
- jostain muualta Kerro mistä _____

Kiitos kyselyyn vastaamisesta!