

# Matematiikan opetus luokilla 1 - 3 pelilähtöisellä oppimateriaalilla

Jenni Westman

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Kevätlukukausi 2022

Kokkolan yliopistokeskus Chydenius

Jyväskylän yliopisto

## TIIVISTELMÄ

**Westman, Jenni. 2022. Matematiikan opetus luokilla 1 - 3 pelilähtöisellä oppimateriaalilla. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. 93 sivua.**

Pro gradu-tutkielmassa tarkastellaan sitä, millaisia vaikutuksia pelilähtöisellä opetuksella on opettajien näkökulmasta matematiikan opetukselle ja oppimiselle. Lisäksi tutkielmassa tutkitaan sitä, mitä lisää pelilähtöisyys tuo lukukäsitteen rakentumiselle. Tutkielman tarkastelussa on pelilähtöiseen matematiikan opetukseen keskittyvä DragonBox oppimateriaalisarja.

Tutkimuksen aineisto kerättiin kyselytutkimuksena ja siihen vastasi 28 opettajaa. Aineiston metodologisenä lähestymistapana oli teoriaohjaava sisällönanalyysi. Aineisto analysoitiin laadullisesti teemoittelemalla ja määrällisesti kvantifioimalla ja laskemalla prosenttijakaumia Likert-asteikollisista kysymyksistä.

Tulosten perusteella DragonBox- materiaalin käyttö edellyttää kirjapainotteisen opetuksen sijaan uudenlaisten pedagogisten käytäntöjen omaksumista. Tabletit tuovat oman lisänsä opetukseen, mutta toisaalta niiden käyttöön liittyy myös haasteita. Tablet- työskentelyn hyödyiksi nostettiin tablettien motivoiva vaikutus. Haasteena olivat tekniset ja tarkkaavuuden liittyvät ongelmat. Yksilöllistämisen suhteen DragonBox- materiaali tarjoaa uudenlaisia keinoja eriyttämiseen ja motivointiin. Toisaalta materiaali ei kerää riittävästi tehtävien suoritus- ja käyttötietoa, jolloin opettaja ei pysty parhaalla mahdollisella tavalla ohjaamaan oppimistapahtumaa. Tarinallisuus ja hahmot koettiin innostavaksi ja motivoivaksi matematiikan opiskelun kannalta. Materiaalin tarinoissa seikkailevat noomi-hahmot nostettiin vastauksissa keskeiseen rooliin lukukäsitteen rakentumisessa. Noomien konkreettisuus ja abstraktius jakoivat opettajien mielipiteitä. Toiset opettajat kokivat, että noomit olivat konkreettisia ja niiden avulla lukujen välisiä suhteita voidaan tarkastella monipuolisesti. Osa puolestaan koki, että tablet-työskentelyn abstraktius ja toiminnallisuuden vähäisyys eivät välttämättä tue riittävästi syvällisen matemaattisen ymmärryksen muodostumista.

**Asiasanat:** pelilähtöinen oppiminen, lukukäsite, pelillisuus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkistettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1.	JOHDANTO .....	4
2.	MATEMATIIKAN PELILÄHTÖINEN OPETUS.....	6
2.1	Peleihin ja pelillistämiseen liittyvien käsitteiden määrittely .....	6
2.2	Oppimistapahtuman yksilöllistäminen pelilähtöisten materiaalien avulla .....	9
2.3	Pelimekanismien vaikutus matematiikan oppimiselle .....	9
2.5	Pelaaminen ja monilukutaito matematiikan opetuksessa .....	15
2.6	Matematiikan opetusmateriaali ja pelilähtöinen opetus.....	16
3.	LUKUKÄSITE MATEMATIIKAN OPPIMISEN PERUSTANA .....	20
3.1	Lukukäsite matematiikan oppimisen perustana.....	20
3.2	Laskemisen taidot tukevat aritmeettisiä taitoja.....	23
4.	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	26
4.1	Tutkimusmenetelmänä teoriaohjaava sisällönanalyysi .....	26
4.2	Aineiston keruu, tutkimukseen osallistujat ja tutkimuksen kohdeaineisto .....	28
4.3	Aineiston analyysi .....	33
4.4	Tutkimuksen eettiset ratkaisut .....	36
5.	TULOKSIA.....	37
5.1	Pelilähtöinen opetus ja pedagogiikka.....	37
5.2	Oppimisen räätälöinti .....	41
5.3	Tarinallisuus.....	47
5.6	Lukukäsitteen rakentuminen materiaalissa.....	50
5.8	Multimodaalisuus ja monilukutaito materiaalissa .....	60
5.9	Materiaalin hyödyt ja haasteet.....	63
6.	POHDINTA.....	66
6.1	Tutkimustulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	66
6.2	Luotettavuus .....	72
6.3	Lopuksi.....	74
	LÄHTEET .....	75

# 1. JOHDANTO

Tiedotusvälineet ovat viime vuosina nostaneet vahvasti esille peruskoululaisten heikentyneitä oppimistuloksia sekä koulumotivaation laskua. Myös tutkimukset puoltavat tätä näkemystä. Laura Tuohilammen väitöstutkimuksen (2016) mukaan asenteet matematiikkaa kohtaan ovat kehittyneet aiempaa negatiivisemmiksi. Oppilaiden matematiikan opiskelusta nauttiminen heikkeni pian koulun alkamisen jälkeen alakouluvuosina. Vaikutukset olivat selkeämmin nähtävissä tytöillä. (Tuohilampi, 2016, 50 -61.) Myös PISA-tutkimukset vahvistavat, että suomalaisoppilaiden matematiikan osaaminen on heikentynyt. Erityisen huolestuttavaa on yksilöiden välisten osaamiserojen kasvu. (Väljärvi & Kupari, 2015, 4.)

Opetuksen pelillistämiseen ja oppimisasiin on kohdistunut kiinnostusta paitsi tieteellisen tutkimuksen myös opetuksen parissa, koska niiden on arveltu ratkaisevan tiettyjä oppimiseen liittyviä ongelmia. Peleihin ja pelillisyyteen kohdistuva mielenkiinto liittyy erityisesti niiden motivoivaan vaikutukseen. Peleihin ja pelillisyyteen liittyvän oppimisen ennustetaan lisääntyvän tulevaisuudessa erityisesti digitalisaation ja Big datan kasvavan roolin vuoksi (Linturi & Kuusi, 2017; Hamari ym., 2014). Oppimispelien odotusarvo liittyy motivaation lisäksi niiden kykyyn muuttaa käsitystämme oppimisesta. Pelit voivat parhaillaan tarjota jokaiselle oppijalle hänen osaamistasoonsa ja vireystasoonsa räätälöityjä tehtäviä, jotka tietokone optimoi. (Järvilehto, 2014.) Matematiikan oppimistulosten ja matematiikkaan liittyvien asenteiden heikentyminen luo tarvetta kehittää matematiikan opetusta ja pelilähtöisyys voi olla yksi ratkaisu. Pelillisyyttä hyödyntävää matematiikan opetusmateriaalia on kuitenkin toistaiseksi melko vähän tarjolla. Yksi pisimmälle viedyistä oppimateriaaleista on DragonBox koulu. DragonBox on alun perin matematiikan oppimiseen kehitetty peli, jonka ympärille on rakennettu perinteisempää painettuihin oppikirjoihin perustuvaa oppimateriaalia. Kiinnostuin DragonBoxista lukiessani Aalto yliopiston työelämäprofessorin Lauri Järvilehdon (2014) kirjaa *Hauskan oppimisen vallankumous*.

Tässä pro gradu tutkielmassa tarkastelen sitä, millaisia vaikutuksia pelilähtöisellä opetuksella on opettajien mukaan oppimiselle DragonBox materiaalia käytettäessä. Itselläni ei ole opetuskokemusta pelilähtöisestä opetuksesta. Pelilähtöiseen opettamiseen liittyvien teorioiden, DragonBox Kouluun liittyvän nettikeskusteluiden sekä luokanopettajilta kuulemieni kommenttien pohjalta tein päätelmän, että DragonBox Koulun materiaaleihin liittyvät kokemukset olivat voimakkaasti jakautuneita. Siksi kiinnostuin siitä, millaiset tekijät luokanopettajien mielestä tekevät DragonBoxin opetusmateriaalista matematiikan oppimisen kannalta tehokkaan ja toisaalta millaisia haasteita materiaalin käyttöön liittyy. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaista lisää pelilähtöisyys on tuonut matematiikan opetukseen ja millaisia vaikutuksia sillä on opettajien mielestä matematiikan opetukselle ja oppimiselle. Lisäksi tutkin sitä, mitä lisää pelilähtöisyys tuo lukukäsitteen rakentumiselle DragonBox materiaalissa. Lukukäsite valikoitui tutkimuskysymykseksi siksi, että se on nostettu materiaalissa keskeiseen rooliin. Lukukäsitettä painotetaan DragonBox materiaalissa erityisesti 1. ja 2. luokilla, joten tämä tutkielma keskittyy erityisesti alkuopetuksen pelilähtöiseen opetukseen.

Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Millaisia vaikutuksia pelilähtöisellä opetuksella on opettajien näkökulmasta matematiikan opetukselle ja oppimiselle?
2. Mitä lukukäsitteen rakentumiselle tuo pelilähtöisyys?

Pelitutkimusta on tehty 2000-luvun aikana runsaasti ja aiheesta on ilmestynyt lukuisia väitöskirjoja ja pro gradu -tutkielmia eri tieteenaloilta. Aiheen valintaa voidaan tutkielmassa tarkastella esimerkiksi sen perusteella, kuinka merkityksellistä sen tuottama tieto on yhteiskunnallisesti tai tieteensisäisesti (Hirsjärvi ym., 2007, 78). Opetuksen pelillistäminen on aiheena ajankohtainen ja tärkeä, koska digitalisoitumisen ja tietoyhteiskunnan muutosten myötä tarvitaan uudenlaista ymmärrystä oppimisesta ja uudenlaisia keinoja tukea oppimista. Kasvatustieteen näkökulmasta kiinnostavaa ovat juuri pelillistämisen ja pelilähtöisen opetuksen mahdolliset vaikutukset oppimiselle. Peleihin ja pelillistämiseen liittyvä tutkimus tuo lisää tietoa tutkijoille, pelinkehittäjille sekä opetuspelejä hyödyntäville kasvatustieteen ammattilaisille.

## 2. MATEMATIIKAN PELILÄHTÖINEN OPETUS

### 2.1 Peleihin ja pelillistämiseen liittyvien käsitteiden määrittely

Pelitutkimuksen kenttä on laaja ja suhteellisen tuore. Tutkimusta on tehty pääosin englannin kielellä ja tämä näkyy suomenkielisen käsitteistön puuttumisena. (Vesterinen & Mylläri, 2014, 58.) Peleihin ja niiden opetuskäyttöön liittyvä käsitteistö onkin moninainen ja siitä syystä määrittelen seuraavaksi, miten ymmärrän pelillistämisen ja pelilähtöisen opetuksen kirjallisuuden perusteella sekä millaisia lähikäsitteitä niihin liittyy.

Pelillistäminen (*gamification*) on yksi pelitutkimuksen keskeisistä käsitteistä. Opetuksen pelillistäminen tarkoittaa peleistä tuttujen pelimekaniikkojen (kuten pisteytys ja kilpailullisuus) ja pelien dynamiikan tuomista opetukseen siten, että toiminnasta pyritään tekemään motivoivaa ja hauskaa. Taustalla on ajatus siitä, että koska pelit ovat hauskoja, muuttuu mikä tahansa toimintakin mielekkäämmäksi tuomalla siihen pelillisiä elementtejä. Samalla käyttäjä sitoutuu paremmin toimintaan. Pelillistämällä pyritään siis herättämään samoja positiivisia psykologisia vaikutuksia, joita pelaaminenkin tuottaa. (Hamari 2015, 3, 7; Harviainen ym., 2014, 115-116; Kapp, 2012, 11; Kim ym. 2018, 27-28.) Pelillisyyttä liikkuu pelien ja pedagogiikan välimaastossa (Vesterinen & Mylläri, 2014, 57). Pelillistämistä hyödynnetään digitaalisissa tuotteissa, oppimisalustoilla ja -ympäristöissä, lauta- ja korttipeleissä jne. Opetuksen pelillistämässä käytetään oppimiseen kokonaisten oppimispelien sijaan peleistä tuttuja elementtejä. (Dicheva ym., 2015.) Pelillisyyttä ei siis tarkoita pelistä peliä ja pelaamista (Vesterinen & Mylläri, 2014, 57). Kyse on myös pyrkimyksestä vaikuttaa oppilaan ajattelutapaan ja asenteeseen. Pelillistämelle on usein tyypillistä se, että se pyrkii sitouttamaan ja kannustamaan johonkin toimintaan tai käyttäytymiseen, kuten oppimiseen, liikuntaan tai vaikkapa vihreämpään kuluttamiseen. (Harviainen ym., 2014, 115.)

Pelillistämisen (*gamification*) lähikäsitteenä voidaan pitää pelillisyyttä (*gamefulness*). *Gamefulness* taas viittaa *playfulnessiin*, eli leikillisyyteen. *Leikillisyyttä* (*playfulness*) on käsitteenä moniulotteinen. Viimeaikaisessa pelejä koskevassa kirjallisuudessa leikillisyyttä on käytetty osittain rinnan pelillisyyttä-termin kanssa pohjautuen yhteiseen englanninkieliseen käsitteeseen *playfulness*. (Kangas, 2014, 74.) Pelitutkimuksessa käytetyt

käsitelmäritelmät osoittavat, että leikkien (*playing*) ero pelaamiseen (*gaming*) näkyy siinä, että pelaamiseen liittyy selkeät sääntöjärjestelmät ja kilpailu, kun taas leikki on vapaampaa eikä siihen liity kilpailua. Pelaamisen ja leikkimisen välinen ero onkin ennen kaikkea käyttäytymisessä ja ajattelutavassa. (Deterding ym., 2011, 11.) Käsitteinä pelillisuus ja leikillisuus kuitenkin täydentävät toisiaan, vaikka tulevatkin eri lähtökohdista ja vaikka leikillisuus voidaan ymmärtää moniulotteisempänä (Kangas, 2014, 83).

Käytän tässä pro gradussa käsitettä pelilähtöinen oppiminen (*game-based learning*) pelillistämisen (*gamification*) rinnalla, koska DragonBox Koulun materiaalissa oppimispelit ja digitehtävät ovat oppimisympäristöjä, jonka sisältöön opettaja ei juurikaan voi vaikuttaa. DragonBox materiaalia käyttävä opettaja ei siis sinällään pelillistä opetusta, vaan käyttää materiaalia, joka sisältää pelillisiä elementtejä ja peliä oppimisympäristönä. Opettajan pedagogiset valinnat määrittelevät, kuinka paljon pelillisyyttä hyödynnetään tunneilla.

Pelilähtöinen oppiminen tarkoittaa pelien käyttöä tietyn sisällön opettamiseen. Tämä voi olla koulutusta varten luotu peli (*serious game*) tai ei-opetuksellinen peli opetustarkoituksiin. Pelilähtöinen opetus pyrkii opettamaan asioita pelin avulla. Pelilähtöinen opetustoiminta on tavoitteellista ja koulussa oppimisen lähtökohtana on peruskoulun opetussuunnitelma. Ke (2008) toteaa, että pelilähtöinen oppiminen on prosessi, joka yhdistää fyysisen oppimisympäristön peliympäristöön. Vaikka pelitapahtumien rakenne on johdettu digitaalisesti luodusta pelimaailmasta, pelaamista kehystää pelaajien tosielämän fyysinen ympäristö ja pelaajien vuorovaikutus ympäristön kanssa. Pelilähtöisessä oppimisessä vertaisvuorovaikutuksen dynamiikka, opettajan aktiivinen ohjaus, teknisten lisätyökalujen saatavuus ja fyysisen luokkaympäristön järjestely vaikuttavat pelilähtöisiin oppimiskokemuksiin.

Hussain ja Coleman (2015) määrittelevät oppimispelit (*learning games, edugame*) peleiksi, jotka on tarkoituksellisesti suunniteltu auttamaan pelaajia saavuttamaan tavoitteet samalla, kun he ovat aktiivisesti vuorovaikutuksessa ja ovat sitoutuneita kokemukseen. Oppimispelit tarjoavat ympäristön, jossa pelaaja osoittaa tietonsa ja taitonsa oppimistavoitteiden kautta ratkaisemalla peliympäristön asettamia haasteita, kuten

ongelmien ratkaiseminen tai tehtävien suorittaminen. (Hussain & Coleman, 2015, 1.) Oppimispelit ovat pelejä, jotka on suunniteltu opettamaan jotain tietoa tai taitoa. Niitä voidaan käyttää sekä kotona että kouluissa, mutta niiden pääasiallinen tarkoitus on tukea opetusta. Näissä peleissä ongelmanratkaisu etenee tyypillisesti lineaarisesti. Oppimispelit eroavat selvästi muista peleistä, koska niihin on upotettu opetettava asia peliin sisään. (Saarenpää, 2009.)

*Pelin mekaniikalla* tarkoitetaan niitä toimintoja, joiden kautta pelaaja osallistuu peliin ja ohjaa sitä. Pelimekaniikat ovat keskeisiä tekijöitä mietittäessä pelin pelattavuutta ja sitä kautta motivoitumista pelaamiseen (Lehtinen ym., 2014, 39.) Pelikokemuksen synnyttämiseksi pelisuunnittelija luo yleensä perusmekanismit (säännöt, tavoitteet ja ominaisuudet), joiden pohjalta pelaaja pystyy toimimaan ja tekemään mielekkäitä valintoja (Manninen, 2007, 152). Pelimekaniikan tarkoitus on rajoittaa pelin vuorovaikutteisuutta niin, että se ohjaa pelaajaa. Mekaniikka jakaa kaikki pelin toiminnot pelaajan kannalta sallittuihin ja kiellettyihin toimintoihin. Näiden vastakohtien virittäminen on yksi tärkeimmistä pelisuunnitteluprosesseista. Pelimekaniikka ohjaa pelaajakokemusta poistamalla joitain vaihtoehtoja ja korostamalla muita, mutta yksin pelimekaniikka ei ole peli eikä voi johtaa hauskaan ja houkuttelevaan pelikokemukseen. (Kapp 2012.) Oppimispelien teho perustuu siihen, että pelimekanismi pitää mielenkiinnon yllä ja ruokkii flow-kokemusta. Keskeisessä roolissa tässä ovat pelin antamat erilaiset palautteen muodot. (Järvilehto, 2015, 224.)

Mekaniikan lisäksi peli sisältää joukon toisiinsa liittyviä elementtejä, joita kutsutaan järjestelmäksi. Järjestelmä vaikuttaa jokaisen pelin osaan ja integroi pelin osat toisiinsa. (Kapp, 2012.) Pelielementit eroavat mekaniikasta siten, että mekaniikka sisältyy kaikkiin peleihin. Peleissä voidaan käyttää erilaisia elementtejä mutta tietyt elementit, kuten taustatarina ovat tyypillisiä lähes kaikille peleille. Pelit pitävät sisällään useita pelielementtejä, jotka pelisuunnittelija valitsee peliä suunnitellessaan. (Griesemer, 2011; Kapp 2012; Manninen 2007, 152.)



## **2.2 Oppimistapahtuman yksilöllistäminen pelilähtöisten materiaalien avulla**

Lukuisat tutkimukset ovat selvittäneet 2000-luvun aikana, miten pelillisyyden tuominen opetukseen vaikuttaa oppimiseen, millaiset pelit ovat oppimisen kannalta tehokkaita sekä millaisia vaikutuksia pelaamisella on oppimiseen. Tutkimuksia on paljon ja monet niistä ovat keskenään ristiriitaisia (esim. Koskinen ym., 2014, 28). Pelaamista ja pelillistämistä koskevissa tutkimuksissa odotusarvo on koskenut erityisesti motivaatiota. Monissa tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että opetuksen pelillistäminen voi lisätä oppimista (mm. Bai ym. 2012; Divjak & Tomić 2011; Habgood & Ainsworth 2011; Wouters ym., 2013; Koskinen ym., 2014, 29). Toisaalta tulokset motivaation osalta ovat kuitenkin ristiriitaisia (mm. Bai ym., 2012; Divjak & Tomić, 2011; Habgood & Ainsworth 2011; Wouters ym. 2013).

Pelien ja pelillistämisen odotukset kohdistuvat motivaation lisäksi pelien kykyyn räätälöidä oppimistapahtuma yksilön oppimisen kannalta optimaaliseksi. Oppimisen tulevaisuutta selvittäneessä Dare 2030- oppimisen tulevaisuuksissa projektissa selvitettiin tulevaisuuden koulutustarpeita. Oppimisen personointi nousi yhdeksi tärkeäksi temaksi. Oppimisen personoinnilla tarkoitetaan oppijan henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaista opiskelua, jossa myös opiskelumenetelmät, -materiaalit ja -välineet voivat olla henkilökohtaistettuja. (Fernández ym., 2017, 41.)

Pelilähtöinen opetus voi tehdä matematiikan opiskelusta aiempaa yksilöidämpää, kun materiaali itsessään tarjoaa oppilaalle oikean tasoisia tehtäviä, oikea-aikaista tukea, sekä antaa oppimista eteenpäin ohjaavaa palautetta. Parhaimmillaan materiaali voisi tukea oppijan motivaatiota tarjoamalla kullekin yksilöllisesti omaa motivaatiota tukevia tehtäviä.

## **2.3 Pelimekanismien vaikutus matematiikan oppimiselle**

Oppijan henkilökohtaisiin tarpeisiin muokkautuvia pelejä kutsutaan adaptiivisiksi peleiksi. Pelillistettyjen oppimismateriaalien yhteydessä adaptiivisuus mahdollistaa järjestelmän muuntautumisen oppijan tarpeiden mukaan. Pelillinen järjestelmä voi tarjota oppijalle hänen oppimistasoonsa henkilökohtaistettuja tehtäviä, palautetta tai ohjausta.

(Shute & Zapata-Rivera 2008, 278–279.) Hooshyar, Malva, Yang, Pedaste, Wang ja Lim (2021) löysivät tutkimuksessaan viitteitä siitä, että adaptiivinen oppimispeli paransi opiskelijoiden adaptiivisia ongelmanratkaisutaitoja. Tutkimuksessa opiskelijat pelasivat peliä, joka antoi heille oikea-aikaista palautetta, tarjosi oikeaan ratkaisuun johdattavia oppimateriaaleja ja auttoi oppilaita löytämään virheensä ehdollisen logiikan avulla. Pelin avulla oppilaiden kyky kehittää toistettavia laskustrategioita, valvoa niiden ratkaisualgoritmia ja havaita mahdolliset virheet parani. Yksi parantuneisiin tuloksiin oli pelin tarjoama henkilökohtainen tuki. Useat muutkin tutkimukset ovat osoittaneet, että sopeutumiskyky ja personointi digitaalisissa oppimiseleissa auttaa oppilaita saavuttamaan parempia oppimistuloksia. (Hooshyar ym., 2021, 10.)

Pelillisten materiaalien hyöty on siinä, että ne voivat antaa oikea-aikaista ja välitöntä palautetta oppilaalle. Perinteisesti opetuksessa opettaja antaa palautteen vasta suorituksen jälkeen, jolloin suoritusta ei välttämättä ole enää mahdollista korjata. Peleissä palautetta on mahdollista saada välittömästi, jolloin myös suoritusta on mahdollista parantaa. (Kapp, 2012, 29.) Hyvät oppimispelit mahdollistavat tehtävien vaikeustason muokkaamisen oppilaiden osaamistasoa vastaavaksi. Ku ym., (2013) tutkivat pelilähtöisen matematiikan opetuksen vaikutusta 10-11-vuotiaiden oppilaiden matemaattiseen itseluottamukseen. Tutkimuksessa ilmeni, että pelien tarjoamat tavoitteet, välitön palaute ja haastetasot antoivat oppilaille mahdollisuuden kokea onnistumisen tunteita ja tätä kautta vahvistaa opiskelijan itseluottamusta omia matemaattisia taitojaan kohtaan. Välitön palaute auttoi erityisesti niitä oppilaita, joilla oli heikot matemaattiset taidot. (Ku ym., 2013, 75.) Lisäksi pelien selkeä tavoitteellisuus ja pienet osatavoitteet saattavat auttaa oppilaita eteenpäin tehtävässä ja tukea näin oppimista. Tavoitteiden on kuitenkin oltava hyvin jäsennellyjä ja järjestelmällisiä, jotta niillä olisi jatkuva merkitys ja ne motivoisivat pelaajia saavuttamaan nämä tavoitteet.

Oppikirjapainotteisessa matematiikan opetuksessa kilpailullisuus on ollut lähinnä kilpailemista siitä, kuka ehtii ensimmäisenä saada valmiiksi tehtäväkirjan perusaukeaman runsaan mekaanisen tehtäväpatteriston, jonka jälkeen on päässyt soveltavien tehtävien pariin. Opettaja on saattanut antaa positiivista palautetta juuri oppilaan nopeasta

työskentelystä. Erityisesti matematiikassa ratkaisunopeudella on mitattu kyvykkyyttä ja onnistumista (Boaler, 2014, 473). Alaluokkien heikon laskusujuvuuden (erityisesti aritmetiikassa) on havaittu ennakoivan heikompaa suoriutumista matematiikassa myöhemmin. Nopeus ei kuitenkaan ole itseisarvo matemaattisten tehtävien ratkaisemisessa. Taitava laskija saattaa käyttää enemmän aikaa esimerkiksi siksi, että hän kokeilee ja pohtii erilaisia ratkaisutapoja ja strategioita. (Boaler, 2014.) Matemaattisen suorittamisen nopeuteen perustuva ajattelutapa saattaa vaikuttaa myös pelilähtöisiä materiaaleja käytettäessä. Erityisesti, jos pelaaminen perustuu ulkoiselle motivaatiolle ja pelien palkintomekanismit ohjaavat oppilaita pistemäärien tavoitteluun, eivätkä huomioi ratkaisuyritysten määrää. Tämä voi johtaa siihen, että oppilaat arvailevat vastauksia osuakseen oikeaan. Näin voitontahto saattaa nousta tärkeämmäksi motiiviksi, kuin matemaattisen sisällön oppiminen. Oppilaan tarve kiirehtiä pelissä eteenpäin voiton varmistamiseksi, saattaa muuttaa hänen henkilökohtaista ongelmanratkaisutahtiaan ja estää metakognitioiden ja oppimaan oppimisen taitojen kehittymisen. (Ke 2008.)

Matematiikan oppimisprosessiin kuuluu oleellisesti virheiden tekeminen ja niiden kautta oppiminen. Kouluopetus on ohjannut oppilaita virheiden välttelemiseen. Aivotutkimuksessa on kuitenkin saatu viitteitä siitä, että virheiden tekeminen vaikeaa, ponnistelemista vaativaa matemaattista tehtävää suorittaessa onkin oppimisen kannalta hyödyllisempää kuin virheitä välttelevä toimintatapa (Moser ym., 2011, 1487-1488). Pelilliset opetusmateriaalit voivat muokata suhtautumista virheisiin, koska pelien tyypillinen ominaisuus on se, että virheen sattuessa pelaaja saa yrittää uudelleen. Tämä antaa potentiaalisesti oppilaille mahdollisuuden opiskella ilman pelkoa epäonnistumisesta (Lee & Hammer, 2011). Pelien sääntöjen ja kaavojen oppiminen tapahtuu aktiivisen yritys- erehdys -prosessin ja hypoteesien testaamisen kautta. Monille peleille ainoa tapa oppia pelaamaan peliä on epäonnistua siinä toistuvasti ja oppia jotain joka kerta. (Gee, 2008; Ermi ym., 2004, 63; Prensky, 2001, 44-46.) Pelaaminen tarjoaakin keinon käsitellä epäonnistumista tuomalla sen välttämättömäksi osaksi oppimiskokemusta (Lee & Hammer, 2011,3).

Oppimisen kannalta on tärkeää, että matematiikan tehtävät ovat riittävän haastavia ja edellyttävät oppilaalta ponnistelua oman osaamisensa ylärajoilla, eli lähikehityksen vyöhykkeellä. Pelitutkimuksessa on saatu viitteitä siitä, että jotkin pelit saattavatkin tarjota

pelaajille juuri oppimisen kannalta pinnallisia mielihyvän (*pleasure*) kokemuksia ja näennäisen tunteen pelin vaikeudesta ja pelissä etenemisestä. Jonas Linderothin (2012) tutkimuksessa ilmeni, että jotkin pelit tarjosivat pelaajille ratkaisevia vihjeitä hankalissa paikoissa. Näin pelaaja pystyi jatkamaan ilman suurempia ponnisteluja ja todellinen pelin kautta oppiminen jäi vähäiseksi. Pelin tekijöillä saattaakin olla suuri houkutus tehdä peleistä näennäisen vaikeita kaupallisista syistä. Liian vaikea ja ponnistelua vaativa peli ei välttämättä menestyisi kaupallisesti. On helpompaa pitää pelaajat tyytyväisinä ja motivoituneina. (Linderoth, 2012, 8.) Onkin iso riski, että kaupalliset pelin valmistajat pyrkivät tekemään pelejä enemmän bisneksen kuin oppimisen näkökulmasta.

Kilpailullisuus, pisteytys ja erilaiset tulostaulukot ovat mekaniikkoja, joita käytetään yleisesti pelimateriaaleissa lisäämään motivaatiota. Motivaatio kilpailua kohtaan voi olla joko sisäistä tai ulkoista vaikuttaen yksilön osallistumiseen ja kiinnostuksen kohteisiin. (Heikintalo & Keskinen 2005.) Kilpailuasetelma syntyy, kun pelaajia vertaillaan tai asetetaan paremmuusjärjestykseen osaamisen perusteella vaikkapa tulostaulujen avulla. Kilpailua käytetään usein työkaluna luokkahuoneessa lisäämään motivaatiota, mutta tutkimukset viittaavat siihen, että kilpailulla voi olla kielteisiä vaikutuksia. (Hanus & Fox, 2014, 154; Adachi & Willoughby, 2011, 259.) Esimerkiksi Hanus ja Fox (2014) löysivät pelielementtien luokkahuonekäyttöä koskevassa pitkittäistutkimuksessaan viitteitä siitä, että kilpailua lisäävät mekaniikat saattavat vaikuttaa negatiivisesti oppimistuloksiin. Kilpailuasetelma laskee oppilaiden sisäistä motivaatiota, tyytyväisyyttä ja minäpystyvyyttä. (Hanus & Fox, 2014, 159.) Myös muut tutkijat ovat löytäneet saman suuntaisia tuloksia tutkiessaan palkkioiden vaikutusta sisäiseen motivaatioon (Esim. Deci ym., 1999; Tang & Hall, 1995). Toisaalta palkkioiden vaikutuksesta sisäiseen motivaatioon ei olla täysin yksimielisiä. Esimerkiksi Cameron ja Pierce (1996) ovat puolustaneet näkemystään siitä, että palkinnot voivat lisätä sisäistä motivaatiota ja niitä voidaan käyttää lisäämään kiinnostusta tehtäviä kohtaan (Cameron & Pierce, 1996, 40-49). Palkkioiden tulee kuitenkin perustua oikeisiin saavutuksiin ja tehtävässä ponnisteluun. Palkkion vaikutus voi olla negatiivinen mikäli pelaaja kokee saaneensa palkkion, jota ei ole ansainnut. (Cameron & Pierce, 1996, 40-49; Cameron ym. 2005., 2005, 641.) Kilpailullisuus voi olla oppilaalle motivoivaa, mutta luokan ilmapiirillä on vaikutusta siihen, miten

kilpailullisuus koetaan. Fülöpin (2009) mukaan kilpailun kielteiset vaikutukset riippuvat siitä, onko kyseessä rakentava vai haitallinen kilpailuasetelma. Rakentavaa kilpailua syntyy, kun kilpailu on hauskaa ja tavoitteena sosiaalisen yhdessäolon vahvistaminen. Haitallinen kilpailuasetelma, jossa tavoitteena on pelkästään voittaminen, saattaa puolestaan heikentää motivaatiota. (Fülöp, 2009, 345.) Tutkimuksissa on saatu myös viitteitä siitä, että pelien kilpailuasetelma voi haitata oppimisprosessia, koska oman toiminnan reflektoinnille ja oppimaan oppimisen taitojen kehittymiselle ei jää aikaa pelin tiimellyksessä (Gee, 2003; Ke, 2008). Ke:n (2008) mukaan tämä puoltaa aiemmissä tutkimuksissa nousutta näkemystä siitä, että opetuspelien sääntöjen ja tavoitteiden tulisi olla sellaisia, että ne korostavat haluttuja oppimisprosesseja ja rohkaisevat oman toiminnan reflektointiin vaikkapa upottamalla oman toiminnan arviointia osaksi peliä ja palkitsemalla pelaajaa siitä. Jotta oppilas pystyy oppimaan matemaattisia sisältöjä pelin kautta, hänen tulee siis pystyä refleктоimaan pelisuoritustaan uuden tiedon luomista, arviointia ja integrointia varten. Usein pelit ohjaavat oppimistapahtumaa kuitenkin antamalla dikotomisen oikein-väärin palautteen sen sijaan, että oppilas saisi palautetta siitä, mikä meni vikaan ja miten toimintaa kannattaa oppimisen kannalta muuttaa. Tämä johtaa reflektiivisen oppimisen puuttumiseen. Pelitapahtumia on myös syytä tarkastella, analysoida ja käsitellä pelaamisen jälkeen nk. *debriefing*-prosessin kautta. Näin oppilaille jää mahdollisuus oppia yhteistoiminnallisesti ja jäsenellä pelitapahtumat oppimiskokemukseksi. (Ke, 2008, 1615–1616.)

Vaikka kilpailulliset pelielementit vähentävät tutkimusten valossa sisäisesti motivoituneiden oppilaiden motivaatiota, ne saattavat toimia niille oppilaille, jotka ovat vähemmän motivoituneita. Palkinnon saaminen tylsästä tehtävästä, saattaa kääntää huomion pois tehtävän tylsyydestä, jolloin materiaali saattaa tuntua kiinnostavamalta. Ulkoinen motivointi voi tätä kautta johtaa myös sisäisen motivaation syntyyn. Toimiakseen pelillisten elementtien luokkahuonekäytön tulisi siis olla eriytettyä siten, että pelaaminen tarjoaisi jokaiselle pelaajalle hänen motivaatioonsa soveltuvia mekaniikkoja. (Hanus & Fox, 2014, 160.)

## 2.4 Matematiikan siirtyminen lapsen omaan elämään

Yksi oppimispeleihin liittyvä kysymys on, se kuinka käyttökelpoista ja tehokasta niiden kautta opittujen matemaattisten sisältöjen siirtyminen lapsen omaan arkeen ja elämään on. Opetussuunnitelma painottaa sitä, että matematiikan opetuksen tulisi auttaa oppilaita ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyttä oppilaan oman elämänsä kannalta:

*Opetus ohjaa oppilaita ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyden omassa elämässään ja laajemmin yhteiskunnassa. Opetus kehittää oppilaiden kykyä käyttää ja soveltaa matematiikkaa monipuolisesti. (Opetushallitus, 2014, 128.)*

Oppimistilanteessa tarvitaan niin kutsuttuja oppimaan oppimisen taitoja, eli metakognitiivisia taitoja. Brown (1978) on Rauste Rauste-Von Wright ym. (2003) mukaan määritellyt metakognitiivisten tietojen tarkoittavan yksilön tietoja hänen omista kognitiivisista prosesseistaan, esimerkiksi hänen kykyään arvioida, mitä hän ymmärtää ja osaa ja miten muut tulkitsevat hänen viestintäänsä. Metakognitiivisilla taidoilla tarkoitetaan vastaavasti yksilön taitoja käyttää hyväkseen metakognitiivisia tietojaan. Tarkoituksenmukaisen oppimistoiminnan edellytyksenä usein on, että oppija pystyy arvioimaan mitä hän osaa tai ei osaa, ymmärtää tai ei ymmärrä. Sisäisten oppimis- ja ymmärtämiskriteereiden kehittyminen ja jäsentyminen luo perustaa muun muassa järkevälle oppimisstrategian valinnalle. (Rauste-Von Wright ym., 2003, 66.)

Tietojen ja taitojen rakentumisessa oleellista on siirtovaikutus (*transfer*) eli se, että niitä pystytään käyttämään laajemmin muissakin yhteyksissä, kuin siinä missä ne on opittu. Jotta koulussa opittuja matemaattisia tietoja ja taitoja voidaan hyödyntää myös koulun ulkopuolisessa kontekstissa, tulee huomioida muutamia seikkoja. Tietoja ja taitoja olisi tehokkainta harjoitella niissä oloissa, joita niitä tullaan myöhemmin käyttämään. Lisäksi tietoja ja taitoja tulisi harjoitella monipuolisesti kokeilemalla ja soveltamalla niitä eri yhteyksissä. (Rauste-Von Wright ym., 2003, 125-127.) Pysyvän oppimistuloksen saavuttamiseksi opiskeltavan sisällön tulisi myös olla monipuolista ja syvällistä. Järvilehdon (2014) mukaan perinteistä tiedonsiirtoajattelua hyödyntävät pelit tarjoavat pelaajille kestävän oppimisen kannalta liian pinnallista sisältöä. Hyvän oppimispelin ja -materiaalin tulisikin tarjota samaan sisältöön monissa eri muodoissa ja pelaamista tulisi yhdistää muihin tapoihin oppia. (Järvilehto, 2014, 146-147.) Pelilähtöisen materiaalin

tarjoama palaute voi parhaimmillaan edesauttaa oppilaan oppimaan oppimisen taitojen kehitystä tarjoamalla palautetta ja ohjausta tehtävien suorittamiseksi.

## **2.5 Pelaaminen ja monilukutaito matematiikan opetuksessa**

Pelitutkimuksessa pelaamisen hyödyiksi nostetaan usein kielitaidon kehittyminen. Pelaamisen voidaan ajatella kehittävän myös taitoamme tulkita informaatiota monipuolisesti, koska peliympäristöt kehittävät pelaajan kykyä tulkita tilannetta nopeasti. Pelitilanteessa pelaaja joutuu lukemaan erilaisia kuvioita, kaavioita ja symboleja, sekä integroimaan tekstin ja kuvan multimodaaliseksi kokonaisuudeksi. Pelaamisen hyödyiksi voidaan ajatella erityisesti visuaalisen lukutaidon ja multimodaalisen lukutaidon kehittyminen (Gee, 2003, 13). Kallionpää (2014) käyttää Kressin (2003) määritelmää multimodaalisuudelle. Multimodaalisuudella tarkoitetaan eri aistikanavia hyödyntäviä tekstejä. Multimodaalinen voi pitää sisällään tekstiä, kuvaa, liikettä ja ääntä ja muita merkityksiä välittäviä elementtejä (Kallionpää 2014, 63.) Multimodaaliset viestit perustuvat erilaisille moodeille. Moodit ovat eri merkkijärjestelmiä, jotka hyödyntävät eri aistikanavia kuten kuulo-, näkö- ja kosketusaistia. Käytetyt moodit vaikuttavat siihen, miten luemme ja tulkitsemme informaatiota. Moodit ovat sidoksissa siihen tilanteeseen ja kontekstiin, jossa sitä tulkitaan (Tuominen ym. 2016, 11.)

Pelaaminen kehittää multimodaalista lukutaitoa, joka puolestaan on ymmärrettävissä osaksi laajempaa kokonaisuutta, monilukutaitoa. Perusopetuksen opetussuunnitelmassa monilukutaito on nostettu yhdeksi laaja-alaisen osaamisen osaksi (Opetushallitus, 2014, 22). Monilukutaito kattaa esimerkiksi peruslukutaidon, kirjoitustaidon, matemaattisen lukutaidon, kuvanlukutaidon, medialukutaidon ja digitaalisen lukutaidon (Silfverberg, 2018, 396).

Joutsenlahti ja Kulju (2017) esittävät, että monilukutaidon viitekehys yhdistettynä multimodaalisuuden kanssa voivat tarjota uudenlaisia näkökulmia matematiikan opetukseen. Digiympäristöissä voidaan yhdistää symbolisen matematiikan kielen perinteisempiin merkityksenmuodostumistapoihin. Laajemmat tavat ilmaista matemaattista ajattelua auttavat erityisesti niitä, jotka kamppailevat matematiikan kanssa ja joille matemaattinen symbolinen kieli on sellaisenaan vaikeaa ymmärtää. (Joutsenlahti

& Kulju 2017, 1-9.) Joutsenlahti ja Rättyä (2015) ovat määritelleet oppijan matemaattisen ajattelun koostuvan neljästä eri osa-alueesta, jotka ovat luonnollinen kieli, kuviokieli, matematiikan symbolikieli ja taktiilinen kieli (Joutsenlahti & Rättyä, 2015, 51). Matematiikkaa voidaan ilmentää monimuotoisesti näillä matemaattisen kielen eri osa-alueilla. Luonnollista kieltä käyttäessään oppilas ratkoo matematiikan tehtäviä esimerkiksi sanallistamalla suullisesti ratkaisuaan, ajattelemalla ääneen tai kirjoittamalla. Kuviokieltä käyttäessään oppilas "lukee" ja dekodaa erilaisiin kuvioihin, piirroksiin ja kuviin sisältyvää informaatiota. Symbolikielellä toimiessaan oppilas käsittelee matemaattista tietoa matemaattisin operaatioin ja symbolein. Esimerkiksi merkitessään laskun ( $3 + 5 + 2 = 10$ ) tuloksen matematiikan symboleilla. Taktiilisella, eli toiminnan kielellä toimiessaan oppilas työskentelee ja ilmaisee ajatteluaan oman kehon ja/tai matematiikan toimintamateriaalin kautta. Toimintamateriaalia voivat olla esimerkiksi kymmenjärjestelmävälineet, murtopalat tai muut laskemista konkretisoivat välineet. (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018, 412-424.)

Matematiikan pelilähtöinen opetus saattaa tarjota oppilaalle kirjapainotteista opetusta enemmän mahdollisuuksia matemaattisen ajattelun eri osa-alueiden hyödyntämiseen. Opetuksessa on kuitenkin huomioitava, että oppilaan rooli on sekä vastaanottajan, että tuottajan. Oppilaan pitäisi pystyä osoittamaan osaamistaan monipuolisesti matemaattisen ajattelun eri osa-alueita hyödyntäen.

## **2.6 Matematiikan opetusmateriaali ja pelilähtöinen opetus**

Suomalaisessa matematiikan opetuksessa on ollut vallalla vahvasti oppikirjoihin nojautuva opetuskulttuuri (Perkkilä 2002; Joutsenlahti & Vainiopää, 2010, 137). Tehtäväkirjat ovat tarjonneet tavan eriyttää tehtäviä ja ylläpitää työrauhaa, kun kaikille on riittänyt tekemistä. Ne ovat tarjonneet perustehtäviä toistoa tarvitseville ja lisätehtäviä nopeimmille. (Ruuska, 2019, 147.) Opettajat ovat pitäneet oppikirjoja turvallisena tapana edetä matematiikan opetuksessa ja luottaneet, että ne noudattavat kansallista opetussuunnitelmaa (Lepik ym., 2015; Perkkilä, Joutsenlahti & Sarelius, 2018). Opettajien luottamus johtune siitä, että Suomessa on aikaisemmin ollut käytössä oppikirjojen tarkastusmenettely. Vaikka tarkastusmenettelystä on sittemmin luovuttu, oppikirjojen



uskotaan edelleen noudattavan opetussuunnitelmaa. Kustantajilla on suuri vastuu niin matematiikan oppikirjojen kuin opettajan oppaiden kehittämisessä nykyisten oppimiskäsitysten suuntaisiksi, matematiikan keskeisten opetussisältöjen loogisessa etenemisessä ja ennen kaikkea matematiikan kiinnostavuuden lisäämisessä. (Perkkilä ym., 2018, 344–345.)

Oppikirjojen käyttö rakentuu perinteisen oppituntirakenteen ympärille. Oppikirjat ja opettajanoppaat ovatkin ohjanneet tuntirakennetta siten, että tunnin alussa opettaja pitää opetustuokion, jossa opetetaan muutama laskuproseduuri. Opetustuokion jälkeen oppilas toistaa tätä ratkaisumallia kirjan tehtävien parissa. Tällaista matematiikan kirjojen lähestymistapaa kutsutaan määritelmälähtöiseksi tavaksi. Opetetaan ensin teoria, esimerkiksi uusi käsite, jota sitten harjoitellaan mekaanisesti toistamalla annettua mallia. Tämän jälkeen asiaa sovelletaan sanallisiin tehtäviin. Useimmat oppikirjat perustuvat juuri määritelmälähtöiseen lähestymistapaan, jolle on tyypillistä runsas matemaattisten symbolien käyttö. (Perkkilä ym., 2018, 352–354.) Tehtäväkirjojen ongelmana on kuitenkin osaltaan runsas mekaanisen toiston määrä ja sen myötä monotonisuus, kun samaa tehtävätyyppiä drillataan laskusta toiseen. Kirjojen mekaaniset tehtävät suosivat toistoon perustuvaa toimintaa, eivätkä siten kehitä soveltamista tai ongelmanratkaisua. Kirjat tarjoavat muutamia malliproseduureja, joita oppilaat toistavat, vaikka eivät välttämättä ymmärrä tehtävän vaatimuksia tai logiikkaa. (Haapasalo, 2011, 216.) Tehtävät saattavat olla myös liian strukturoituja, jolloin oppimista ei tapahdu parhaalla mahdollisella tavalla (Ruuska, 2019, 148). Toistettavuudella on toki oma tärkeä paikkansa oppimisessa ja sitä tarvitaan tietojen ja taitojen automatisoitumiseen. Mekaaninen oppiminen on kuitenkin syytä erottaa automatisoitumisesta. Mekaaninen oppiminen on rutiininomaista, muistinvaraista toimintaa, jossa tehtävää ei välttämättä ymmärretä. Automatisoitumista tarvitaan, jotta tehtävän tekeminen ei kuormita työmuistia. On kuitenkin syytä kiinnittää huomiota siihen, että tehtäviä ei tehdä vain toistamalla laskuja vailla ymmärrystä. (Näveri, 2018, 64–65.)

Teknologian kehityksen myötä oppimisteknologialle on muotoutunut yhä vahvempi rooli myös matematiikan opetuksessa (Silfverberg, 2018, 395). Teknologian lisääntymisen myötä matematiikan oppimateriaalien painopiste saattaa siirtyä oppikirjapainotteisesta

opetuksesta kohti monipuolisempaa, erilaisia oppimisympäristöjä ja -ratkaisuja hyödyntävää opetusta. Matematiikan opetuksessa voidaan hyödyntää esimerkiksi pelillisyyttä ja leikillisyyttä hyödyntäviä pelilähtöisiä toimintatapoja ja materiaaleja. Peruskoulun opetussuunnitelmassa pelit, leikki ja leikillisuus on nostettu osaksi peruskoulun opetuksen keinovalikoimaa. Vuosiluokkien 1-2 yhteydessä laaja-alaisen osaamisen alueessa puhutaan leikistä tai pelistä. Esimerkiksi alaluvussa ajattelun taidot ja oppimaan oppiminen (L1) mainitaan:

*Leikit, pelillisuus, fyysinen aktiivisuus, kokeellisuus ja muut toiminnalliset työtavat sekä taiteen eri muodot edistävät oppimisen iloa ja vahvistavat edellytyksiä luovaan ajatteluun ja oivaltamiseen (Opetushallitus, 2014, 21).*

Tavoitteena on siis paitsi edistää oppimisen iloa, myös vahvistaa oppilaiden oman ajattelun taitoja. Vahvimmin opetussuunnitelmatekstissä näkyy kasvatustieteelle tyypillinen tapa ajatella leikkiä tai pelejä oppimisen ja kehittymisen välineenä (Aurava, 2018, 78). Matematiikan oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvissä tavoitteissa vuosiluokilla 1-2 nostetaan esiin pedagogisesti ohjatut pelit ja leikit tärkeänä työtapana (Opetushallitus, 2014, 130). Huomionarvoista on, että opetussuunnitelmassa on korostettu pedagogista ohjausta. Opettaja on siis vahvasti mukana ohjaamassa pelitapahtumaa. Auravan (2018, 85) mukaan opettajan voidaan siis ymmärtää olevan läsnä, tukevan ja tulkitsevan pelien ja leikkien käyttöä. Toisaalta voidaan ajatella, että leikki ja peli ei ole vapaata, vaan sitä kahlitsee pedagoginen ohjaus.

Pelillisyyden ja pelien tuoma lisäarvo oppimiselle ymmärretään, mutta matematiikan opetukseen suunniteltuja, alakoulun pelimateriaaleja saatavilla vielä vähänlaisesti. Monet kouluissa käytettävistä matematiikan oppimisleleistä hyödyntävät mekaaniseen toistoon perustuvaa drillausta. Drilli-pelit keskittyvät tyypillisesti hyvin selkeästi määriteltyyn tehtävään esimerkiksi kertolaskuihin (Kangas ym., 2009, 11). Yksi nykyisten oppimislelien ongelmista onkin se, että ne nojautuvat hyvin perinteiseen ja ulkokohtaiseen käsitykseen oppimisesta (Esim. Lee & Hammer, 2011, 2; Vesterinen & Mylläri, 2014, 57-58). Monet pelitutkijat ovat myös sitä mieltä, että nykyisistä leleistä vain murto-osa on laadukkaita siinä mielessä, että niissä on hyödynnetty oppimistutkimusten tuloksia (Kiili, 2017, 52, Järvillehto, 2014, 146). Drilli-pelit saattavat olla tehokkaita harjoittellessa ulkoa oppimista

vaativia sisältöjä, mutta ne eivät tue oppilaan oman ajattelun kehittymistä tai ongelmanratkaisua. Pysyvän oppimistuloksen saavuttamiseksi peleissä opiskeltavan sisällön tulisi myös olla monipuolista ja syvällistä. Järvilehdon (2014) mukaan perinteistä tiedonsiirtoajattelua hyödyntävät pelit tarjoavat pelaajille kestävän oppimisen kannalta liian pinnallista sisältöä. Hyvän oppimispelin tulisikin tarjota samaan sisältöä monissa eri muodoissa ja pelaamista tulisi yhdistää muihin tapoihin oppia. (Järvilehto, 2014, 146-147.)

### 3. LUKUKÄSITE MATEMATIIKAN OPPIMISEN PERUSTANA

Hyvä lukukäsitteen hallinta luo pohjaa aritmetiikan osaamiselle koulumatematiikalle. Lukukäsitteen kehittymisen taustalla vaikuttavat varhaiset matemaattiset taidot, joiden suotuisa kehittyminen vaikuttaa olennaisesti lukukäsitteen kehittymiselle ja koulumatematiikan osaamiselle. Tässä luvussa käsitellään lukukäsitettä ja sen taustalla vaikuttavia matematiikan osaamisen taitoryppäitä.

#### 3.1 Lukukäsite matematiikan oppimisen perustana

Lukukäsite on moniulotteinen käsite, jolla tarkoitetaan matemaattisten esitaitojen rypästä. Matematiikka voidaan nähdä joukkona käsitteellisiä suhteita, joita luodaan lukumäärien, numeeristen symboleiden ja niiden yhteyttä kuvaavien merkkien välille (Lukimat, 2022). Lukukäsitteellä tarkoitetaan ”keskeistä käsitteellistä ymmärrystä luvuista” (engl. *central conceptual structure of numbers*) Lapsen matemaattisten taitojen kehittyessä semanttisten solmujen ja relaatioiden verkosto laajenee. (Case & Okomoto, 1996.) Hyvän lukukäsityksen omaava oppilas pystyykin soveltamaan tietoa tehokkaasti ja joustavasti matematiikan ongelmanratkaisussa näiden laajojen tietorakenteidensa ansiosta (Yang & Wu, 2010, 380). On tärkeää, että oppilaille syntyy hyvin jäsentynyt kuva luvuista ja niiden välisistä suhteista koulun aikana lukukäsitteen kautta. Lukukäsite luo perustan matemaattiselle ajattelulle ja kyvyille ymmärtää koulussa opetettavaa matematiikkaa. (Hästö ym., 2020.) Hannula ja Lepola (2006) viittaavat Fusoniin (1988) tuodessaan esille, että matemaattiset taidot ja lukukäsite rakentuvat hierarkkisesti ja kumulatiivisesti aikaisempien taitojen ja tietojen varaan. Taitojen kehittymiselle on ominaista tietojen vähittäinen automatisoituminen harjoittelun myötä. (Hannula & Lepola, 2006, 131.) Kun peruskäsitteet ja -toiminnot riittävän harjoittelun myötä automatisoituvat, niiden käyttö matemaattisessa ongelmanratkaisussa ei enää vie tarkkaavaisuuden ja työmuistin resursseja, vaan resurssit vapautuvat ongelmanratkaisun monimutkaisempiin prosesseihin (Aunola & Nurmi, 2018, 55).

Matemaattisten taitojen kehitykselle on olennaista abstraktioprosessi. Abstraktioprosessissa lapsi oppii muodostamaan arkielämässään matemaattisia yhteyksiä ei-matemaattisten ja matemaattisten tilanteiden välille. Käytännön tekemisen kautta syntynyt kokemustieto tiivistyy, strukturoituu ja organisoituu formaalimpaan ja abstraktimpaan matemaattiseen muotoon. (Hershkowitz ym., 2001, 203.) Lapsi oppii käsittelemään matematiikkaan liittyviä käsitteitä taitojen karttuessa yhä abstraktimmalla tasolla. Matematiikan rakenteelle onkin ominaista, että abstrakteja ominaisuuksia on yhä enemmän matematiikan vaikeutuessa. (Yrjönsuuri, 1997, 130-135.) Matematiikan opetuksen ongelmana onkin ollut juuri siirtyminen liian nopeasti konkretiasta abstraktiotasolle, jolloin matematiikan oppiminen saattaa vaikeutua. Lukukäsitettä ja muita matemaattisia esitaitoja tulisikin harjoittaa monipuolisesti ja toiminnallisesti konkreettisten, lapsen omaan elämään liittyvien esimerkkien kautta. Harjoittelussa tulisi edetä oman kehon, välineiden ja muiden konkretian kautta kohti abstraktimpaa matemaattista ilmaisua. Kyttälä ja Kanerva (2018) nostavat esille eri aistikanavien hyödyntämisen harjoittelussa. Välineet, kuten sormet, kolmiulotteiset välineet, taulukot ja piirtäminen toimivat myös muistitukena ja vähentävät näin työmuistin kuormitusta. (Kyttälä & Kanerva, 2018, 234.) Tuntoaistilla on todettu olevan merkitystä matematiikan oppimisessa. Sormien tuntemuksiin ja havainnointiin liittyvän sensomotorisen sormialueen on havaittu aktivoituvan, kun lapset laskevat monimutkaisia vähennyslaskuja (Berteletti & Booth, 2015, 1). Toiminnalliselle tasolle on ominaista se, että kaikki aistikanavat; - kinesteettinen, taktiilinen, visuaalinen, auditiivinen - ovat käytössä. Tässä vaiheessa on tärkeää, että oppimiselle annetaan aikaa. (Perkkilä ym., 2018, 350.) Oppimista ei tulisikaan kiirehtiä siirtymällä liian nopeasti esimerkiksi abstraktiin symboliesitykseen (Perkkilä, 2002, 35). Toimintavälineillä ja keholla tekemällä, havainnoimalla ja kokeilemalla matemaattinen ymmärrys syvenee (Kyttälä & Kanerva, 2018, 234).

Matematiikan ymmärryksen kasvua tarkastellaan perinteisesti käsitetiedon (*konseptuaalinen tieto*) ja menetelmätiedon (*proseduraalinen tieto*) kautta. Käsitetiedolla tarkoitetaan tiedonalueen käsitteiden ja käsitesuhteiden oppimista ja sitä kautta tapahtuvaa tiedon rakentumista. Menetelmätieto puolestaan viittaa erilaisten toimintojen ja taitojen oppimiseen. (Hiebert & Lefevre, 1986.) Esimerkiksi laskutoimituksen

suorittamiseen tarvitaan menetelmätietoa, mutta sanallistettaessa laskutoimitusta, tarvitaan käsitetietoa, jotta voidaan nimetä laskemisessa käytettävät symbolit ja sanallistaa laskutoimituksen vaiheet matemaattisin termein. Matematiikan syvä ymmärtäminen edellyttää menetelmätiedon ja käsitetiedon yhdistymistä, mutta perusopetuksen matematiikan ongelma on näiden kahden osa-alueen jääminen irralliseksi. Perinteisesti on ajateltu, että laskurutiinien riittävä toistaminen luo pohjaa käsitteenmuodostukselle ja sitä kautta ymmärrykselle. Nykyään on vallalla käsitys, jossa käsitteenmuodostusta ja laskemistoimintoja vahvistetaan rinnakkain. (Laitinen ym., 2015, 134.)

Joustavien ja adaptiivisten aritmeettisten taitojen keskeinen merkitys on painottunut tuoreimmissa matematiikan oppimista koskevissa tutkimuksissa. Joustavalla lukukäsitteellä tarkoitetaan kykyä valita ja käyttää erilaisia matemaattisia strategioita joustavasti ja ymmärtää monipuolisesti lukujen välisiä yhteyksiä. Adaptiivinen lukukäsite voidaan puolestaan nähdä kyvyksi luoda ja soveltaa strategioita uusiin tilanteisiin hyödyntämällä matemaattista käsitteellistä ja proseduraalista tietoa. Kun huonon lukukäsityksen omaava oppilas laskee symbolikielellä (numeroilla) merkittyjä laskulausekkeitä, niin on luonnollista, että lapsi turvautuu käyttämään yksinkertaiseen laskustrategiaan (esim. lukujonon luettelu) perustuvaa mekaanista laskemista, joustavien laskustrategioiden sijaan. Formaalin matematiikan opettamisen ongelma onkin juuri siinä, että matematiikan opetus ei tee näkyväksi oppilaan omaa ajattelua, jolloin alkeelliset laskustrategiat eivät paljastu. Joustava matemaattinen ajattelu perustuukin hyvän lukukäsitteen hallintaan. Hyvin strukturoitunut lukukäsite mahdollistaa joustavan ja adaptiivisen matematiikan ongelmien ratkaisemisen. (Hästö ym., 2020.)

Lukukäsitteen rakentuminen alkaa jo ennen kouluikää. Tutkimusten mukaan alle kouluikäisten matemaattiset taidot ovat yhteydessä matemaattiseen suoriutumiseen ensimmäisinä kouluvuosina. Esikouluikäisten matemaattisista taidoista erityisesti lukujonotaidot ja spontaani huomion kiinnittäminen lukumääriin ovat aritmeettisten taitojen ohella merkittävimmät aritmeettisiä päässälaskutaitoja ennustavat tekijät. (Hannula & Lepola, 2005, 149.)

Perusopetuksen opetussuunnitelma nostaa matematiikan opetuksen tavoitteeksi lukukäsitteen ja kymmenjärjestelmän ymmärtämisen, koska ne luovat pohjan

laskutaidolle. Lukukäsitettä rakennetaan tarjoamalla mahdollisuuksia harjoitella taitoja monipuolisesti. Opetussuunnitelmassa nostetaan esille lukumäärän, lukusanan ja numeromerkinnän välisen yhteyden rakentaminen, vertailu, luokittelu ja syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen, lukujonotaidot, sekä lukujen ominaisuuksien, kuten parillisuuden ja puolittamisen tutkiminen. (Opetushallitus, 2014, 128–129.)

### 3.2 Laskemisen taidot tukevat aritmeettisiä taitoja

Laskemisen taitojen taitoalueeseen kuuluvat lukujonon luettelemisen taidot, lukumäärän luettelu, sekä laskemisen taito sekä numerosymbolien hallinta (Aunio, 2008, 65). Karen Fusonin (1992) mukaan laskutaito edellyttää useissa eri kulttuureissa seuraavien vaiheiden oppimista. Lapsen tulee oppia:





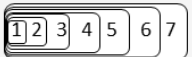
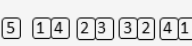
1. luettelemaan lukuja lukujonossa
2. Oppia osoittamaan laskettavia esineitä
3. Oppia osoittamaan laskettavaa esinettä ja sanomaan lukusanan yhtä aikaa (yksi-yhteen vastaavuus)
4. oppia laskemisprosessiin liittyviä menetelmiä, jotka edesauttavat kunkin laskettavan esineen laskemista vain kerran, jotta niitä ei lasketa uudelleen
5. Ymmärtää kardinaalisuuden merkitys (Fuson, 1992, 248.)

Taulukkoon 1 on koottu lukukäsitteen kehittymisen vaiheet Fusonin (1992) ja Lakan (2014) mallia mukaillen. Ensimmäiseksi lapsi oppii luettelemaan lukusanoja. Alkuun lapsi luettelee lukusanoja lorumaisesti yhteen menoon erottelematta niitä. Vähitellen lapsi ymmärtää, että lukusanat ovat toisistaan erillisiä sanoja ja tämän jälkeen, että esineitä pitää osoittaa lukusanoja luettelussa. Seuraavaksi lapsi oppii, että viimeiseksi mainittu lukusana kertoo esineiden lukumäärän. (Fuson, 1992, 248.) Tämä on alkuvaihe lukumäärien laskemiselle. Onnistunut lukumäärän laskeminen kuitenkin edellyttää joukon laskemisen periaatteita. Lapsen tulee luetella lukusanat oikeassa järjestyksessä ja ymmärtää, että asiat voi laskea missä järjestyksessä tahansa, mutta kukin asia lasketaan vain kerran. Lisäksi lapsen tulee kohdistaa lukusana ja osoittava ele laskettavaan asiaan samanaikaisesti (yksi-yhteen vastaavuus), sekä ymmärtää, että viimeinen lukusana kertoo laskettujen asioiden lukumäärän. Alkuun lapsi aloittaa lukujen luettelemisen aina ykkösestä. Lapsen taitojen kehittyessä lapsi oppii, että hän voi aloittaa lukujen luettelemisen mistä tahansa luvusta ja että lukuja voi luetella myös taaksepäin ja hyppäyksittäin, vaikkapa joka toisen luvun.

(Mononen ym., 2017, 21.) Tätä vaihetta, jossa lapsi pystyy hahmottamaan vaikkapa nopan silmäluvun viisi, laskematta yksittäisiä pisteitä kutsutaan lyhentyneen laskemisen vaiheeksi (Lukimat). Lyhennetyin lukumäärän laskeminen edellyttää pienten lukumäärien hahmottamista ja sitä, että lapsi osaa jatkaa laskemista keskeltä lukujonoa (Kajetski & Salminen, 2018, 95).

## Taulukko 1

*Lukukäsitteen kehittymisen vaiheet Fusonin (1992, 249) ja Lakan (2014, 35–37) mallia mukaillen*

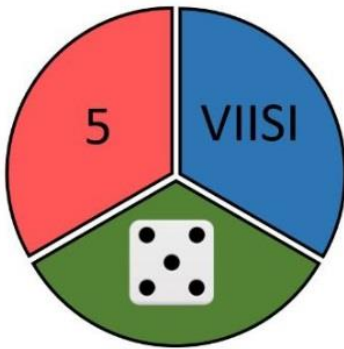
Kehitysvaihe	Miten lapsi ajattelee	Mitä lapsi osaa
Luettelu yhteen (string)	Yksikaksikolmeneljäviisikuusi...	Lapsi luettelee lukuja lorumaisesti. Lukusanojen välillä ei ole taukoa, vaan lapsi luettelee niitä yhteen pötköön. Lapsi ei vielä yhdistä lukusanojen luettelemista laskettaviin esineisiin.
Luettelu erikseen (unbreakable list)	Yksi-kaksi-kolme-neljä- viisi-kuusi...	Lapsi luettelee lukusanoja ja on ymmärtänyt, että lukusanat ovat toisistaan erillisiä sanoja. Lapsi aloittaa aina lukujonon luettelemisen ykkösestä. Lapsi ymmärtää, että lukujonon luetteleminen liittyy laskettaviin esineisiin.
Luettelu kohdennetusti	Yksi kaksi kolme neljä viisi kuusi... 	Lapsi on ymmärtänyt, että lukusana ja osoittava ele tehdään laskettavaan asiaan samanaikaisesti (yksi-yhteen vastaavuus).
Kardinaalisuuden ymmärtäminen (sequence-count-cardinal)	 ← Kuusi palloa	Lapsi on ymmärtänyt, että luvulla on kardinaalinen merkitys. Kun lapsi on laskenut vaikkapa kuusi palloa, viimeiseksi mainittu lukusana kertoo pallojen yhteismäärän.
Lukujen luetteleminen annetusta lukumäärästä (Breakable chain)	neljä viisi kuusi seitsemän 	Lapsi on ymmärtänyt, että yhteenlaskettavat ovat osana summaa. Jos tiedetään, että laatikossa on neljä palloa, lähdetään seuraavia palloja laskemaan neljästä ylöspäin: viisi, kuusi, seitsemän.
Osa-kokonaisuus (Numerable chain)	neljä viisi kuusi seitsemän 	Lapsi ymmärtää, että viimeksi sanottu lukusana tarkoittaa jo laskettua kokonaisuutta, ei siis koko lukumäärää. Jokainen yhteenlaskettava lisätään kokonaisuuteen.
Numereeninen laskeminen (truly numerical counting)	 Luku muodostuu pienemmistä osista $1+1+1+1+1=5$ $5=1+1+1+2$ $5=2+3=3+2$ Yhteenlaskettavien ja summan osittelu vaihdannaisuus Hajotelmat 	Lapsi ymmärtää, että yhteenlaskettavat luvut muodostuvat pienemmistä osista, mutta ovat myös ekvivalenssisuhteessa toisiinsa. Koska $6+6=12$ , $6+7=13$ . Yhteenlaskettavat ja summa ovat ositeltavissa. Lapsi ymmärtää myös vaihdannaisuuden, eli sen, että yhteenlaskettavat voidaan laskea missä järjestyksessä tahansa. Lapsi tuntee lukujen hajotelmat eli sen, että luku voidaan muodostaa eri tavoin.

Laskemisen taitoihin sisältyy myös numerosymbolien hallinta. Lapsen ensimmäisiä askelia matematiikan harjoittelussa on oppia yhdistämään lukusana sitä vastaavaan numerosymboliin (Aunio, 2008, 67). Lapsen tulee siis tuntea luvun kolme esitysmuotoa lukumäärä, numerosymboli ja lukusana. Kuviossa 1 on esitetty lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin välinen yhteys.



## Kuvio 1

*Lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin yhteys*



Oleennaista on myös oppia ymmärtämään, että luvut saavat erilaisia merkityksiä eri konteksteissa. Esimerkiksi luvussa 359 luku viisi ei merkitse viittä, vaan viittäkymmentä. Luvun paikka-arvo muuttaa luvun merkityksen (Steinbring, 1999, 397). Paikka-arvo tarkoittaaakin sitä, että numero (0-9) saa tietyn arvon sen mukaan, millä paikalla se on luvussa. Esimerkiksi ykkösten, kymmenien ja satojen merkityksen ymmärtäminen kymmenjärjestelmässä on ymmärrystä siitä, että numerosymboleilla on eri arvo riippuen niiden paikasta numerosarjassa. (Aunio & Räsänen, 2015, 12.) Lisäksi lapsen on ymmärrettävä ordinaali- ja kardinaalilukujen ero. Järjestys- eli ordinaalilukuja käytetään ilmoittamaan järjestystä. (Salminen & Varama 2014, 15.) Ensimmäisinä kouluvuosina lukukäsitteen kehittymisen kannalta matemaattisista suhteista keskeisimpiä ovat ymmärrys matemaattisten symbolien käytöstä, aritmeettiset periaatteet, sekä paikka-arvo ja kymmenjärjestelmä (Mononen ym., 2017, 23). Canobi, Reeve ja Pattison (2002) ovat Monosen ym. (2017, 25) mukaan todenneet, että aritmeettisillä perustaidoilla tarkoitetaan laskutoimituksissa, kuten yhteenlaskussa tarvittavia loogisia periaatteita. Alkuun lapsi käyttää yksinkertaisia laskustrategiata, kuten lukujen luettelemista, mutta taitojen karttuessa lapsi oppii muistamaan yhä useamman laskun vastauksen ulkoa automatisoitumisen myötä (Lukimat 2022).

## 4. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen lähestymistavassa on erotettavissa sekä laadullisen, että määrällisen tutkimuksen piirteitä. Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus ovat lähestymistapoja, joita on käytännössä vaikea erottaa tarkkarajaisesti toisistaan. Ne voidaan nähdä toisiaan täydentävinä lähestymistapoina esimerkiksi käyttämällä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä rinnakkain. Laskennallisten tekniikoiden avulla saatuja intensiivisen kvalitatiivisen tutkimuksen tuloksia voidaan laajentaa koskemaan koko aineistojoukkoa. (Hirsjärvi ym., 2007, 133.) Opettajien käsityksiä tutkin laadullisesti analysoimalla niitä sisällönanalyysin menetelmin. Laadullisen tutkimusaineiston teemoittelun yhteydessä kvantifioin teemoihin liittyvien aineistosta nousevien mainintojen määriä ja Likert-asteikollisten kysymysten vastauksista laskin prosenttijakaumat.

Tutkimuksen tutkimusmenetelmänä on teoriaohjaava sisällönanalyysi. Tutkimusmenetelmä valikoitui siitä syystä, että lähdin ensin tutkimaan peliteorioita ja kiinnostuin siitä, miten pelimekaniikat voivat ohjata oppimistapahtumaa matematiikan opetuksessa. Lähdin laatimaan kyselylomaketta näiden teoriasta nousseiden teemojen pohjalta.

### 4.1 Tutkimusmenetelmänä teoriaohjaava sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi on kvalitatiivinen, eli laadullinen lähestymistapa. Sisällönanalyysin avulla voidaan analysoida dokumentteja systemaattisesti ja objektiivisesti ja se soveltuu strukturoimattomankin aineiston analyysiin. Tavoitteena on saada tutkittavasta ilmiöstä kuvaus tiivistetyssä ja yleisessä muodossa. (Tuomi & Sarajärvi, 2013, 103; Schreier, 2012, 5.) Sisällönanalyysin tavoitteena on aineiston merkityssuhteiden ja merkityskokonaisuuksien systemaattinen kuvaaminen. Menetelmä soveltuu aineistoille, jotka vaativat tulkintaa ja joille ei vielä ole olemassa yhteisesti sovittuja standardeja, tai joiden merkitykset eivät ole itsestään selviä kaikille samasta kulttuuritausta tuleville. Sisällönanalyysi soveltuu monenlaisten dokumenttien, kuten haastattelujen, oppikirjojen, päiväkirjojen ja artikkelien analysointiin. Sisällönanalyysi on kehitetty aikanaan juuri tekstimateriaalien tulkitsemiseen, mutta menetelmää voidaan käyttää monenlaisten

laadullisten aineistojen analysointiin. (Schreier, 2012, 2-3.) Sisällönanalyysia voi pitää paitsi yksittäisenä metodina, myös väljänä teoreettisena kehyksenä, joka voidaan liittää erilaisiin analyysikokonaisuuksiin. Tämän vuoksi sisällönanalyysia ei voi pitää pelkästään laadullisen tutkimuksen analyysimenetelmänä. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 91.)

Sisällönanalyysi nojaa hermeneuttiseen tutkimusperinteeseen. Hermeneuttinen perinne pyrkii ymmärtämään ihmisten asioille luomia merkityksiä. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 31-33.) Toisaalta sisällönanalyysia voidaan ajatella nojaavan myös fenomenologis-hermeneuttiseen perinteeseen, joka on osa laajempaa hermeneuttista tutkimusperinnettä. Sekä hermeneuttista, että fenomenologista tutkimusta yhdistää kokemuksen, merkityksen ja yhteisöllisyyden käsitteet. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 33-35.) Sisällönanalyysi poikkeaa muista kvalitatiivisista data-analyysimenetelmistä siinä, että sisällönanalyysi ei pyri kuvaamaan aineistoa monista eri näkökulmista. Sisällönanalyysissä tarkastelukulma on kapea-alaisempi ja materiaalin tarkastelussa keskitytään vain valittuihin osiin. Tässä suhteessa sisällönanalyysi poikkeaa muista hermeneuttiseen tutkimusperinteeseen nojaavista analyysimenetelmistä. Materiaalista etsitään mikrotason merkityksiä, jotka koodataan erilaisiin luokkiin. (Schreier, 2012, 2-5.)

Sisällönanalyysi voidaan jaotella aineistolähtöiseen, teorialähtöiseen ja teoriaohjaavaan analyysiin (Tuomi & Sarajärvi 2013, 95-99). Tämän tutkielman analyysitapana on teoriaohjaava sisällönanalyysi. Aineiston luokittelu syntyi aineistosta nousevien teemojen ja teorian kautta. Teoriaohjaavan analyysitavan lähtökohtana on usein abduktiivinen päättely. Teorian kautta löydetään tiedeyhteisön tunnistamia faktoja, joille haetaan aineiston kautta empiiristä todistusaineistoa. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 99.) Abduktiivisen päättelyn avulla pyritään löytämään paras mahdollinen selitys jollekin ilmiölle (Stanford Encyclopedia of Philosophy). Tutkielman analyysin perustana ei ole mikään yksittäinen teoreettinen malli, vaan tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä esiin nousseet tulokset erityisesti pelitutkimuksen, mutta myös matematiikan osalta. Teoriaohjaavassa analyysissä aineiston hankinta ja tutkittavan ilmiön määrittely on vapaata suhteessa teoriaosan jo tiedettyyn tietoon tutkittavasta ilmiöstä. Tarkoituksena ei siis ole testata mitään tiettyä olemassa olevaa teoreettista mallia, vaan saada teoreettisesta viitekehyksestä käsin ideoita uudenlaiseen ajatteluun ja tulkintaan. (Tuomi & Sarajärvi,

2013, 96–98.) Toisaalta teoria ohjaa uuden tiedon etsinnässä samalla kun se jäsentää ja systematisoi kerättyä aineistoa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 140). Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä käsitteet tuodaan tutkittavasta ilmiöstä jo valmiiksi tiedetyn teorian kautta. Analyysissä yläluokat tuodaan valmiina teoriasta ja alaluokat ovat johdetaan aineistosta käsin. (Tuomi & Sarajärvi, 2013, 117.)

## **4.2 Aineiston keruu, tutkimukseen osallistujat ja tutkimuksen kohdeaineisto**

Tutkielman aineisto kerättiin kyselytutkimuksella Facebookin Alakoulun aarreaitan ja DragonBoxin Facebook ryhmän kautta. Tutkimuskyselyn (Liite 1) kohteena olivat DragonBox materiaalin käyttäjät. Tutkimuskyselyyn vastasi 28 opettajaa. Valitsin verkkokyselyn aineiston keruutavaksi, koska se tavoittaa helpolla tavalla suuren määrän opettajia. Vallin ja Perkkilän (2018) mukaan verkkokyselyn etuina voidaan pitää sen helppoutta, monipuolisuutta ja taloudellisuutta. Koska kyselyn tekemisestä ei aiheudu kuluja, ei maantieteellisesti laajankaan tutkimuksen toteuttaminen ole esteenä. Sähköinen kyselylomake vähentää työvaiheiden määrää, kun aineistoa ei tarvitse erikseen syöttää tai litteroida tietokoneelle. Verkkokyselyn haasteena on se, että tutkija ei voi ennakkoon valikoida vastaajia. Verkkokysely ei täten noudata todennäköisyysotannan periaatteita. (Valli & Perkkilä, 2018, 109, 120.) Kyselyn vastaajamäärä jäi yrityksistä huolimatta melko vähäiseksi. Syynä saattoi olla liian aikaa vievältä vaikuttava kyselylomake. Keskimääräinen vastausaika oli kymmenen minuuttia. Aineiston kylläntyminen jättää paljon tulkinnan varaa siitä, milloin aineistoa on tarpeeksi. Onkin pitkälti riippuvaista tutkijasta ja hänen herkkyydestään havaita uudenlaisia näkökulmia, milloin vastaukset alkavat kertautua. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei ole tarkoituksena tehdä päätelmiä yleistettävyyttä ajatellen. Voidaan kuitenkin ajatella, että yksityisessä toistuu yleinen. Tarkastelemalla yksittäistä tapausta riittävän tarkasti, voidaan saada näkyviin se, mikä on ilmiössä merkittävää ja mikä toistuu tarkasteltaessa ilmiötä yleisemmällä tasolla. (Hirsjärvi ym., 2007, 177.) Melko vähäisestä vastaajamäärästä huolimatta tunnistin aineistosta ilmiöitä, joihin olin törmännyt aihetta valitessani ja myöhemmin seurattessani DragonBox koulusta käytyä somekeskustelua.

Metodioppaat antavat kyselylomakkeen laatimiseen ohjeita ja nostavat esiin lomakkeen laatimiseen liittyviä haasteita. Vallin (2018) mukaan kysymysten tulee olla yksiselitteisiä, mutta ne eivät saa olla johdattelevia. Liian pitkä vastausaika saattaa vähentää vastaajien määrää, samoin vääränlaiset sanavalinnat tai kömpelö kieli. (Valli, 2018, 93.) Kyselyn laatimisessa on tärkeää muistaa, että siinä kysytään vain tutkimuksen kannalta merkityksellisiä kysymyksiä. Jokainen kysymys tulee olla perusteltavissa tutkimuksen viitekehystä, tutkittavasta ilmiöstä ja jo tiedetystä tiedosta. (Tuomi & Sarajärvi, 2013, 75.) Kysymysten muotoilemisessa on oltava tarkkana, sillä väärinkäsitykset tutkijan ja vastaajan tavassa tulkita kysymys johtaa tulosten vääristymiseen. Verkkokyselyssä vastaajien väärinymmärryksiä on vaikea kontrolloida. (Hirsjärvi ym., 2007, 190.) Pysin huomioimaan näitä kyselylomakkeen haasteita lomakkeen esitestaamisella. Kyselylomakkeeni (Liite 1) kysymykset muodostuivat teorian ja DragonBox materiaalin kautta syntyneestä ymmärryksestä pelillisyyttä kohtaan. Tässä vaiheessa jouduin tekemään myös rajausta kysymysten suhteen. Esimerkiksi matematiikan kielentäminen nostetaan DragonBox materiaalissa usein keskeisesti esille, mutta en ottanut tähän liittyviä kysymyksiä, koska en nähnyt sillä suoraa yhteyttä pelilähtöiseen opetukseen. Testasin kyselylomakkeeni tutun koulun opettajilla, joilla on tällä hetkellä DragonBox koulun materiaalit käytössään. Sen pohjalta muokkasin kyselyä vielä siten, että saisin tutkimusongelmani kannalta oikeansuuntaisia vastauksia.

Operationalisoitin kyselylomakkeeni (Liite 1) ja pohdin kunkin kysymyksen tarpeellisuutta ja sitä, mihin niillä pyrin. Operationalisoinnissa nostin teoriasta nousevia teemoja ja muotoilin kyselylomakkeen kysymyksiä niiden pohjalta. Vilkan (2007) mukaan operationalisoinnin tavoitteena on hahmottaa, rajata ja määrittellä tutkimusongelman kannalta keskeiset käsitteet, miettiä millaisista osa-alueista ne muodostuvat, pohtia muodostuvatko osa-alueet pienemmistä osa-alueista. Lisäksi tavoitteena on vertailla vastaako arkikielen taso teoreettisen kielen tasoa, testata operationalisointi ja korjata virheet, sekä kuvata tarkasti mitä operationalisoinnissa tehtiin. (Vilka 2007, 38.) Pelillisyyteen liittyvä operationalisointi löytyy taulukosta 2.

## Taulukko 2

### Kyselylomakkeen operationalisointi, pelillisuus

Tutkimuksen tavoite	Tutkimusongelma	Tutkimuksen kohde	Teoriasta nousevia teemoja	Lomakkeen Väite/kysymys	Kysymyksen tavoite	
Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia kokemuksia luokanopettajilla on DragonBox materiaalista ja millaiset tekijät materiaalissa edistävät luokanopettajien mielestä oppimista. Lisäksi tutkin sitä, miten lukukäsitteen rakentuminen näkyy oppimateriaalissa.	Millaisia vaikutuksia pelilähtöisellä matematiikan opetuksella on oppimiselle?	DragonBox-opetusmateriaali ja luokanopettajien kokemukset DragonBox materiaalista	Oppimistapahtuman räätälöinti	Väite: Materiaalin oppimistavoitteet ovat oppilaalle selkeitä	Saada tietoa, miten oppimistapahtuman räätälöinti onnistuu materiaalissa	
				Väite: Materiaalin sisältöjen pelien ja digitaalisten tehtävien antama palaute auttaa oppilasta refleктоimaan omaan oppimistaan		
				Väite: Materiaali mahdollistaa oppilaan etenemisen omaan tahtiin		
					Kysymys: Miten oppimisen seuraaminen, arviointi ja eriyttäminen onnistuvat mielestäsi materiaalissa?	
			Tarinallisuus	Materiaalin taustatarina innostaa matematiikan opiskeluun	Tarinan ja noomihahmojen merkitys oppimistapahtumassa	
	Kysymys: Mitä hyötyjä tai haasteita näet noomien käytössä?					
Yhdessä oppiminen	Materiaali tukee ryhmän yhteisen tiedon ja ymmärryksen rakentamista	Pelillisyyden hyötyjen tarkastelu				
Motivaatio	Pisteet motivoivat tekemään tehtäviä					
Monilukutaito	Materiaali kehittää oppilaiden monilukutaitoa					

Myös lukukäsitettä koskevat kyselylomakkeen osiot operationalisoitiin. Tämä operationalisointi on nähtävissä seuraavassa taulukossa 3.

## Taulukko 3

### Kyselylomakkeen operationalisointi, lukukäsite

Tutkimuksen tavoite	Tutkimusongelma	Tutkimuksen kohde	Teoriasta nousevia teemoja	Lomakkeen Väite/kysymys	Kysymyksen tavoite
Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia kokemuksia luokanopettajilla on DragonBox materiaalista ja millaiset tekijät materiaalissa edistävät luokanopettajien mielestä oppimista. Lisäksi tutkin sitä, miten lukukäsitteen rakentuminen näkyy oppimateriaalissa.	Millä tavoilla DragonBox tukee lukukäsitteen rakentumista?	DragonBox-opetusmateriaali  Luokanopettajien kokemukset DragonBox materiaalista	Matemaattisten suhteiden ymmärtäminen	Väite: Materiaali vahvistaa monipuolisesti oppilaan käsitystä paikka-arvosta ja kymmenjärjestelmästä	Saada käsitys lukukäsitteen rakentumista tukevista osa-alueista DragonBox materiaalista
			Laskemisen taidot	Väite: Materiaali vahvistaa oppilaan lukujonotaitoja	
				Väite: Materiaali kehittää lukujen hajotelmien hallintaa	
			Aritmeettiset perustaidot	Väite: Materiaali ohjaa käyttämään erilaisia laskustrategioita	
			Adaptiivinen lukukäsitys,	Väite: Materiaali kehittää oppilaan päässä laskutaitoja	
				Väite: Materiaali kehittää oppilaan ongelmanratkaisutaitoa	
Abstraktioprosessi	Väite: Materiaali antaa oppilaalle valmiuksia käyttää ja soveltaa matemaattisia taitoja joustavasti uusissa yhteyksissä				
Lukukäsitteen rakentuminen	Väite: Materiaali tukee matematiikan sisältöjen siirtymistä lapsen omaan arkeen				
	Kysymys: Kuvaile, millä tavoin DragonBox-materiaali mielestäsi tukee oppilaan lukukäsitteen oppimista?				

Kyselylomakkeeseen (Liite 1) valitsin avoimien kysymysten lisäksi Likert-asteikollisia kysymyksiä, koska halusin saada monipuolisen kuvan vastaajien käsityksistä. Likert-kysymyksissä oli käytössä 5-portainen asteikko. Likert-asteikkoa käytetään yleensä

asenne- ja motivaatiomittareissa silloin, kun halutaan henkilön arvioivan omaa käsitystään esitetystä kysymyksestä tai väitteestä (Metsämuuronen, 2006, 60).

### *DragonBox koulu-oppimateriaali tutkimuksen kohdeaineistona*

DragonBox opetusmateriaali toimi aineiston kyselylomakkeen rakentamisessa ja analysointivaiheessa kerätyn aineiston tukena. DragonBox koulu on opetusmateriaalikonaisuus, johon kuuluu tabletilla tehtäviä matikkalaboratorioita ja digitaalisia tehtäviä, keskustelukirja, tarinakirjoja, tehtäväkirja, sähköinen opettajan materiaali, DragonBox pelejä ja värisauvat, joita kutsutaan noomisauvoiksi (Kuvio 2). Keskustelukirja sisältää tarinoita, tilanteita, kuvia ja kysymyksiä, jotka johdattelevat matemaattisiin keskusteluihin. Tämän lisäksi materiaaliin kuuluu kymmenen digitaalista tarinakirjaa, joissa tutustutaan tarkemmin materiaalissa seikkaileviin noomihahmoihin ja niiden edustamaan lukuun. Tarinoiden kautta harjoitellaan tunne- ja vuorovaikutustaitoja erilaisten teemojen kautta. Materiaaleissa hyödynnetään tarinankerrontaa ja pelillistämistä. DragonBox (DB) koulun oppimateriaaleja on saatavilla luokille 1-3. (DB 1.)

#### **Kuvio 2**

*Noomit ja noomisauvat (DB 2, DB 6)*



1

DragonBox-peli on alun perin syntynyt matematiikan opettajan Jean-Baptiste Huynhin ja peli/kognitiotutkijan Patrick Marchalin yhteistyöstä ja sen ympärille on rakennettu

<sup>1</sup> DragonBox oppimateriaalin lähdeviitteet on merkitty juoksevilla numeroinnilla DB 1, DB 2 jne. Lähdeluettelon lopusta löytyy erillinen luettelo DragonBox oppimateriaalin lähteisiin.

opetuspelejä suunnitteleva yritys. Suomessa opetusmateriaali on muokattu vastaamaan suomalaista opetussuunnitelmaa. (DB 8.) Materiaalin keskeisenä tavoitteena on vuorovaikutus ja keskustelu matematiikasta sekä erityisesti 1. ja 2. luokilla lukukäsitteen vahvistaminen. (DB 5.) Menetelmän lähtökohtana on nelivaiheinen toimintamalli (Kuvio 3), jonka mukaan oppitunnit etenevät.

### Kuvio 3

*DragonBox menetelmän toimintamalli (DB 4).*



Oppitunti alkaa tutkimalla oppitunnin aihetta ja keskustelemalla siitä. Oppilaat voivat tutkia aihetta matikkalaboratorion kautta padeilla ja toiminta voi olla esimerkiksi parityöskentelyä tai opettajajohtoisempaa toimintaa. Tässä vaiheessa painotetaan keskustelemisen ja kielentämisen tärkeyttä. Vaiheessa 2 opittua aihetta harjoitellaan padeilla digitaalisten tehtävien kautta. Vaiheessa 3 vahvistetaan ja varmennetaan opittuja taitoja tehtäväkirjan tehtävien kautta. Tehtäväkirjat ovat painettuja oppikirjoja, joissa kuhunkin aiheeseen on tehtäviä kahden sivun verran. Vaiheen 4 tehtävät ovat eriyttäviä lisätehtäviä, joita tehdään tableteilla. (DB 2.)

DragonBoxin materiaalissa ensimmäisellä luokalla tutustutaan Noomia- planeetalla asuviin noomeihin, eli lukumääriä 1-10 edustaviin hahmoihin (DB 2). Materiaalin tarkoituksena on personoida numerot siten, että jokaisella luvulla on oma persoonallisuus ja mielenkiinnon kohteet (DB 6). Toisella luokalla tarina jatkuu noomien kanssa nenukkien planeetalla kellokylän koulussa superopettaja Vilman johdolla (DB 7). Kolmannella luokalla tarinassa seikkaillaan Neliölän kaupungin lapsien kanssa agenttiseikkailun parissa mystisiä tehtäviä ratkoen (DB 3).



### 4.3 Aineiston analyysi

Aineiston analyysin tavoitteena on tiivistää ja selkeyttää aineistossa olevaa informaatiota. Analyysi on laadullisen tutkimuksen ongelmallinen vaihe. Tutkijan olisi kyettävä löytämään tekstimassasta oleellista informaatiota. (Eskola & Suoranta, 1998, 137.)

Aineiston analysoinnin aluksi identifioin vastaajat juoksevilla numeroinnilla vastaamisjärjestyksessä. Ensimmäinen vastaaja sai tunnusteen Vastaaja 1, toinen Vastaaja 2 ja niin edelleen. Aloitin analyysin koodaamalla aineistoa pääkategorioihin. Koodaaminen on laadullisen tutkimuksen aineiston käsittelyn ensimmäinen työvaihe, jossa aineisto järjestellään ja luokitellaan varsinaista analyysiä varten. Koodatessa aineiston osia eli pidempiä ja lyhyempiä katkelmia yhdistellään ja erotellaan jonkin ominaisuuden mukaan. Samankaltaiset osat luokitellaan yhteen ja tälle luokalle annetaan yhteisen ominaisuuden mukainen nimi (Juhila 2022a.) Tässä vaiheessa jouduin erottelemaan tekstikatkelmia alkuperäisestä yhteydestään. Aina siirtäessäni tekstinpätkän johonkin kategoriaan, siirsin myös tunnusteenimen tekstin mukana. Samoin lisäsin tekstiin tarvittaessa sulkuihin selvennyksen, jos tekstipätkästä jäi jotain ymmärtämisen kannalta oleellista alkuperäisestä yhteydestään irrotettuna.

*"(Pelilliset elementit) motivoivat matikan opiskeluun." (Vastaaja 7)*

Olin jo kyselylomakkeen operationalisoinnissa hahmotellut niitä teemoja, joiden alle kukin kyselylomakkeen kysymys asettui. Näitä teemoja hyödynsin myös analysoinnissa pää- ja alakategorioita luodessani. Loin kustakin teemasta taulukot, joiden alle keräsin saman teeman alle kuuluvia tekstikatkelmia.

Analyysissä aineistosta nousi esiin kuusi erilaista pääkategoriaa eli teema-aluetta ja niistä kaksitoista alateemaa. Analyysissä nousseet kuusi teemaa on esitetty taulukossa 4.

## Taulukko 4

### *Aineistosta nousseet teemat*

<b>Pelilähtöinen opetusmateriaali ja pedagogiikka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oppikirjoihin perustuva opetus</li><li>• Tablet opetuksen hyödyt ja haasteet</li></ul>
<b>Oppimisen räätälöinti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eriyttäminen</li><li>• Palkitseminen ja arviointi</li></ul>
<b>Tarinallisuus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarinan ja hahmojen merkitys matematiikan opetuksessa</li></ul>
<b>Lukukäsitteen rakentuminen materiaalissa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Noomien abstraktius ja konkreettisuus lukukäsitteen rakentamisessa</li><li>• Muut maininnat lukukäsitteestä</li><li>• Matematiikan sisältöjen siirtyminen lapsen arkeen</li></ul>
<b>Multimodaalisuus ja monilukutaito materiaalissa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monilukutaidon kehittyminen</li><li>• Tarkkaavuuden hajaantuminen ja hahmotuskyvyn ongelmat</li></ul>
<b>Materiaalin hyödyt ja haasteet</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Positiiviset luonnehdinnat materiaalista</li><li>• Materiaalin haasteet</li></ul>

Osittain teemat saattoivat olla päällekkäisiä, eikä niitä voinut tarkkarajaisesti eritellä toisistaan. Esimerkiksi motivaatiotekijät nousivat useissa eri yhteyksissä esille. Siksi olen käsitellyt niitä siinä temaattisessa asiayhteydessä, joihin ne luontevammin ovat kokonaisuuden kannalta asettuneet. Tutkimusraportissa esitetään yleensä teemojen käsittelyn yhteydessä katkelmia aineistosta eli sitaatteja. Tulososiossa tuon esille aineistolainauksia, jotka omalta osaltaan vahvistavat saatuja tuloksia ja auttavat lukijaa ymmärtämään teemoittelun perustaa.

Jotkin teemat keräsivät lukuisia mainintoja, mutta raportoinnin kannalta ei ollut järkevää nostaa niitä kaikkia sitaatteihin. Siksi kvantifioin aineiston, jotta lukija näkee tiettyjen mainintojen yleisyyttä aineistossa. Tuomen ja Sarajärven (2013) mukaan sisällönanalyysia voidaan jatkaa kategorioiden muodostamisen jälkeen kvantifoimalla aineisto. Kvantifioinnissa lasketaan tiettyjen ilmausten esiintyvyyttä aineistossa. Näin voidaan

saada systemaattisempi kuva jonkin teeman yleisyydestä aineistossa ja tätä kautta tutkimuksen luotettavuutta. (Tuomi & Sarajärvi, 2013, 120-121.) Kvantifiointiin liittyy kuitenkin joitain haasteita. Mikäli mukaan otetaan muitakin, kuin mekaanisia mainintoja joutuu tutkija tulkitsemaan aineistoaan melko paljon. Rajatapaukset saattavat olla haastavia tulkita. Luokittelua helpottaa selkeiden sääntöjen laatiminen ja luokittelun tekeminen useaan kertaan. (Eskola & Suoranta 2005, 164.) Kvantifioin aineiston etsimällä siitä hakutoiminnolla haluttuja tekstielementtejä, eli mekaanisia mainintoja jostakin teemasta. Nämä ajatuskokonaisuudet siirsin taulukkoon. Sen jälkeen tarkastelin asiayhteyttä, jossa sana esiintyi ja karsin pois asiayhteyteen kuulumattomat ilmaisut. Taulukossa 5 on esitetty esimerkki noomien ja materiaalin työkalujen havainnollisuudesta. Etsin aineistosta mainintoja havainnollisuudesta ja havainnollistamisesta hakusanalla havain\*. Näin löysin erilaisia havainnollisuutta käsitteleviä mainintoja. Laskin kaikki saman vastaajan maininnat erillisiksi maininnoiksi, eli sama vastaaja on siis saattanut nostaa kahdessa eri yhteydessä esiin vaikkapa havainnollisuuden. Taulukossa 5 on etsitty sellaisia mainintoja havainnollisuudesta, joissa vastaajat olivat jollain tapaa tyytyväisiä materiaaliin. Luonnollisesti etsiessäni positiivisia mainintoja, karsin tässä yhteydessä negatiiviset luonnehdinnat asiayhteyteen sopimattomina.

## Taulukko 5

### Esimerkki työn kvantifioinnista

"Noomit ovat selkeä väline havainnollistamaan jokaista lukua." (Vastaaja 23)
"Lukumääriin tutustutaan monipuolisesti erilaisin tavoin ja oppilaalle esimerkiksi havainnollistetaan, että kolme voi tarkoittaa lähes mitä vain, mitä on kolme. (Vastaaja 4)
"Laboratorion röntgen havainnollistaa hyvin, miten luovut muodostuvat." (Vastaaja 7)
"Lukujen hajottaminen tulee tässä 1 lk:n materiaalissa todella hyvin esille juuri noomien välityksellä. Kymppipareja todella pystyy havainnollistamaan mielekkäästi ja ne löytyvät helposti myös jatkossa." (vastaaja 17)
"Konkretian kautta abstraktiin, niin kuin kuuluukin. Noomithan eivät ole mikään uusi innovaatio, onhan unkarilaisen matikan värisäuvot olleet olemassa jo kauan. Noomien satakone on myös hyvä havainnointiväline." (Vastaaja 13)
"Noomit, satakone hyvät havainnollistajat." (Vastaaja 17)
"DB:ssä on moni asia havainnollistettu visuaalisesti tai värikoodauksella." (Vastaaja 4)
"Opettajalle työläämpö, mutta oppilaalle monipuolisempi ja havainnollistava." (Vastaaja 11)

Tulee kuitenkin muistaa, että vaikka laskeminen systematisoi analyysia, ovat laskelmatkin tutkijan konstruktioita. Tutkimustehtävä ja tutkijan intressit vaikuttavat laskemistapaan ja laskemisen kohteiden valintaan (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006). Ei ole siis yksiselitteistä, että toinen tutkija saisi täysin samanlaisia tuloksia. Kyselylomakkeen Likert-asteikollisista kysymyksistä laskettiin prosenttijakaumat, joita avataan tulososiossa laadullisen aineiston pääteemojen yhteydessä.

#### **4.4 Tutkimuksen eettiset ratkaisut**

Opetusministeriön toimesta Tutkimuseettinen neuvottelukunta julkaisi vuonna 2002 ohjeet siitä, mitä on hyvä tieteellinen käytäntö ja miten sen loukkauksia tulisi käsitellä. Ohjeiden lähtökohtana on ajatus siitä, että tutkimuksen luotettavuuden ja uskottavuuden takaa parhaiten hyvien tieteellisten menettelytapojen noudattaminen. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu tiedeyhteisön tunnustamien toimintatapojen eli rehellisyyden, yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden noudattaminen tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa. Lisäksi tutkimuksessa otetaan huomioon muiden tutkijoiden työ ja saavutukset ja annetaan niille arvoa. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu myös tutkimuksen suunnittelun ja toteutuksen raportointi mahdollisimman yksityiskohtaisesti tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. (Kuula, 2006, 34.) Tutkimuksen eettiset ratkaisut tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmien suhteen määrittyvät myös yliopiston ohjeistusten ja ohjauksen kautta.

Tutkielman tekemisessä on pyritty noudattamaan hyvän tieteellisen käytännön menettelytapoja esimerkiksi merkitsemällä tarkasti lähdeviitteet ja pyrkimällä tarkkuuteen raportoinnissa. Tutkimuksen aikana syntyneet tietoaineistot on tallennettu tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. Tutkimusaineiston anonymisointia säätelee Henkilötietolaki 1999/523. (Kuula 2006, 79.) Tämän tutkielman kyselylomake oli lähtökohtaisesti sellainen, ettei se sisältänyt henkilötietoja. Tutkittavista ei kerätty sellaista tietoa, josta he olisivat suoraan tunnistettavissa.

## 5. TULOKSIA

Analyysin tuloksena aineistosta nousi kuusi pääteemaa. Nämä teemat ovat pelilähtöinen opetusmateriaali ja pedagogiikka, oppimisen räätälöinti, tarinallisuus, lukukäsitteen rakentuminen, multimodaalisuus ja materiaalin hyödyt ja haasteet. Avaan jokaisen pääteeman oman otsikon alla ja esittelen Likert-asteikollisten kysymysten vastausten prosenttijakaumat niiden teemojen yhteydessä, joihin Likert-asteikolliset vastaukset olennaisesti liittyivät. Aineistosta nousevien mainintojen määrät eli kvantifioinnit on tuotu teemojen yhteydessä esille.

### 5.1 Pelilähtöinen opetus ja pedagogiikka

Pelilähtöinen opetus ja pedagogiikka jakautui kahteen alateemaan. Nämä alateemat ovat oppikirjoihin perustuva opetus sekä tablet-opetuksen hyödyt ja haasteet. Käsittelen näitä alateemoja oman otsikon alla.

#### *Oppikirjoihin perustuva opetus*

Kuten luvussa 2.6 nostettiin esille, Suomessa opetus on ollut oppikirjapainotteista. Oppikirjapainotteinen opetus on perustunut runsaisiin tehtävämääriin ja muutamien malliproseduurien mekaanisen toistoon (Kts. Perkkilä, Joutsenlahti & Sarenius, 2018, 352-354; Haapasalo, 2011, 216). Monissa opettajien vastauksissa korostui juuri toive tehtäväkirjan runsaammasta tehtävämäärästä (12 mainintaa).

*"Tehtäväkirjassa liian vähän tehtäviä. Oppimiseen tarvittaisiin enemmän toistoa kuin materiaalit tarjoavat." (Vastaaaja 5)*

*"Haasteena tehtäväkirjan ja monisteiden liian vähäiset tehtävämäärät. Monissa uusissa opittavissa aiheissa mekaanista toistettavuutta tarvittaisiin enemmän." (Vastaaaja 24)*

DragonBox -menetelmässä opettajia ohjeistetaan rakentamaan oppitunti yhteisten matikkakeskustelujen ja digitaalisten tehtävien ympärille. Tehtäviä tehdään pääsääntöisesti tableteilla. DragonBoxin tehtäväkirjat sisältävätkin huomattavan vähän tehtäviä. Kahdessa vastauksessa nostettiin esille uudenlaisen pedagogiikan omaksuminen materiaalia käytettäessä:

*"Kehittää oppilaiden matemaattista ajattelua ihan eri tasolle mitä mikään aikaisempi käyttämäni materiaali. MUTTA tämä vaatii ehdottomasti myös opettajalta että tähän oikeasti perehtyy. Materiaali ei toimi kuten perinteiset materiaalit, joissa avataan seuraava aukeama, tehdään iso määrä tehtäviä ja ollaan tyytyväisiä, kun kirja on täytetty." (Vastaja 2)*

*"Ihan hyvä materiaali, jos opettaja itse ymmärtää matematiikan opettamisesta ja huomaa, mitä oppilaat ovat ymmärtäneet ja mitä eivät..." "Aukeamapedagogiikka" harrastaville materiaali ei sovi." (Vastaja 25)*

Kahdessa vastauksessa nostettiin esille se, että materiaalin käyttöönotto vaati alkuun aikaa:

*"Aluksi materiaalin haltuunotto jännitti ja tuntui sekavalta. Pitkän kokemuksen omaavana idea selkeni nopeasti ja on tuonut itsellenikin monta uutta kulmaa matematiikan opetukseen." (Vastaja 9)*

Peli- ja mediakasvatuksen asiantuntija Tommi Tossavaisen (2015) mukaan sähköisen materiaalin kautta opiskelu voi tuottaa syvällistä oppimista todennäköisesti parhaiten silloin, kun se yhdistetään perinteisen kaltaiseen oppikirjaan, jossa on selitetty peruskäsitteet ja niiden väliset yhteydet. (Tossavainen, 2015, 191.) Tehtäväkirjoillakin on perusteltu paikkansa digitaalisen opetuksen rinnalla ja niiden avulla voidaan syventää toiminnallisesti, välineillä ja pelaamalla tapahtunutta matematiikan oppimista. Esimerkiksi matemaattisten symbolien harjoittelu edellyttää myös kynätyöskentelyä. Erään vastaajan mukaan motorista harjoittelua tulee materiaalin kautta liian vähän:

*"Motoriseen harjoitteluun ekaluokalla on aivan liian vähän tehtäviä." (Vastaja 21)*

Tehtäväkirjan tehtävien lisäksi tehtäviä tehdään digitaalisissa tehtävissä ja peleissä. Esimerkiksi Numbers- ja Big Numbers- pelit tarjoavat erään vastaajan mukaan innostavan tavan harjoitella laskemista ja pelin pelaamisen ohella toistoa tulee runsaasti:

*"Oppilaat tekevät innoissaan heti ekaluokan alusta Numbersin kaikkia pelejä ja laskevat hurjan määrän laskuja, Big Numbersista eli omppupelistä puhumattakaan!" (Vastaja 13)*

Opettajat nostivat esille tehtävämäärien lisäksi tehtäväkirjan tehtävien vaikeustason epätasaisuuden. Perustehtävät eivät tarjonneet riittävästi haastetta, mutta ylöspäin eriyttävät tehtävät koettiin liian vaikeiksi:

*"Kirjassa perustehtävät todella helppoja ja niitä on vähän, vaikeammat päättelytehtävät taas ihan liian vaikeita ja tuntuu, että oppilaiden pitäisi osata ne tyhjästä ilman mitään pohjatietoja." (Vastaja 23)*

Kaksi vastaajaa nosti esiin epäselvät tehtävät. Erään vastaajan mukaan epäselvien tehtävien ymmärtäminen, oli vienyt aikaa itse oppimiselta:

*"Usein myös harjoituksen ymmärtäminen on vienyt valtavasti aikaa, jolloin itse tekemiselle ja oppimiselle on jäänyt harmillisen vähän aikaa." (Vastaaja 1)*

Liian vaikeat tehtävätyypit ja tehtävien vaikeustason epätasaisuus omiin taitoihin nähden aiheuttavat turhautumista oppilaisissa. Matematiikan oppimisen kannalta oppimistilanteiden tulisi olla mielekkäitä ja tarjota onnistumisen kokemuksia. Koskinen (2016) nostaa esiin mielekkyyden merkityksen matematiikan opetuksen tutkimuksissa. Mikäli oppilas ei koe opetustapahtumaa tai oppisisältöä mielekkääksi, saattaa seurauksena olla turhautumista tai ahdistusta. Negatiiviset kokemukset puolestaan heijastuvat asenteissa matematiikkaa kohtaan. (Koskinen 2016, 201.) Oppilaan taitoihin nähden liian vähän haastetta tarjoavat tehtävät vähentävät luovuutta ja innostusta matematiikkaa kohtaan ja saattavat johtaa alisuoriutumiseen. Liian vaikeat tehtävät puolestaan aiheuttavat ahdistusta ja johtavat luovuttamiseen. (Näveri 2018, 32.)

### ***Tablet- opetuksen hyödyt ja haasteet***

Kirjan sijaan DragonBoxin materiaalissa tehtäviä tehdään paljon tableteilla. Tablettien käyttö mainittiin motivoivaksi tai muuten positiiviseksi tekijäksi kuudessa vastauksessa. Opettajien mukaan tabletit motivoivat oppilaita ja oppilaat työskentelevät niillä mielellään:

*"Lapset tekee mielellään tableteilla." (Vastaaja 21)*

*"Tabletit motivoivat oppilaita." (Vastaaja 1)*

Tablettien käyttöön saattaa ainakin alkuun liittyä uutuudenviehätystä, joka motivoi tehtävien pariin. Toisaalta uutuudenviehätyksen jälkeen tablettien motivoiva vaikutus saattaa hiipua:

*"...Osa myös turtunut tablettiin. Heikoimmat tai epävarmat eivät halua tehdä tablet- tehtäviä." (Vastaaja 25)*

Erässä vastauksessa nousi esille myös sukupuolen merkitys tablet-opetuksessa. En esittänyt kyselylomakkeessa kysymyksiä sukupuolten vaikutuksesta, vaikka tiedostin, että pelaaminen ja pelikulttuuri on perinteisesti ollut sukupuolittunutta ja kiinnostanut

erityisesti poikia (Esim. Friman 2015, 25). Vastajaan mukaan sovellusten käytöstä innostuivatkin alkuun erityisesti pojat:

*"Ainakin alkuun pojat tuntuivat motivoituvan sovelluksista tyttöjä enemmän." (Vastaja 8)*

Pelit ja tablettien käyttö saattavatkin motivoida erityisesti poikia. Esimerkiksi Tossavaisen ja Hirston (2018) tekemässä analyysissä ilmeni, että tablettitietokoneiden hyödyntäminen lisäsi erityisesti poikien sisäistä motivaatiota matematiikan oppimiseen. Neljässä vastauksessa nostettiin esille huoli matematiikan tehtävien tekemisestä arvailemalla. Tablet- tehtävät mahdollistavat vastaajien mukaan tehtävien klikkailemisen yrittämällä:

*" Heikoille materiaali EI MILLÄÄN tavalla eriytä alaspäin ja päditteävissäkin voi veikkaila niin kauan, kunnes sattuu klikkaamaan oikeaa vastausta." (Vastaja 20)*

*"Tabletit motivoivat oppilaita, mutta mahdollistavat myös vastausten arvailun ja päämäärättömän klikkailun vailla matematiikan syvempää ymmärtämistä." (Vastaja 1)*

Toisaalta juuri virheiden tekeminen ja niiden kautta oppiminen on osa pelaamista. Kuitenkaan pinnallinen klikkailu, jonka tavoitteena on vain eteneminen pelissä tai tehtävissä, ei välttämättä edistä parhaalla mahdollisella tavalla oppimista. Klikkailu saattaa tarjota oppilaille tunteen edistymisestä ja rohkaista oppilaita suorittamaan tehtäviä mahdollisimman nopeasti. Pelien kautta opittujen sisältöjen siirtovaikutus ei myöskään aina ole toivotunlainen:

*"Usein pelit ja klikkailu eivät olekaan auttaneet itse matematiikan sisällön ymmärtämisessä." (Vastaja 1)*

Tähän saattaa vaikuttaa osaltaan juuri kiirehtiminen eteenpäin arvailemalla, ymmärtämiseen pyrkivän työskentelyn sijaan. Tablettien käytön ongelmiksi opettajat nostivat niiden käytön tekniset haasteet, kun ne eivät ole aina toimineet toivotulla tavalla. Tekniset haasteet nostettiin esille neljässä vastauksessa.

*"Haasteena myös tablettien liian pieni suoritusteho. Sovellukset jumittavat usein, vaikka tabletteja päivitetään säännöllisesti." (Vastaja 24)*

Erään vastaajan mukaan ongelmia on ratkottu käyttämällä omia puhelimia:

*"Ainut haaste on ollut se, että laitteet saadaan kaikille ja niin että ne myös oikeasti toimivat. Nyt kun koulusovelluksen voi Playkaupan kautta saada useammalle laitteelle on helpottanut tätä tilannetta. Koulun tablettien sijaan suurin osa oppilaista käyttää sovellusta nyt omalta puhelimeltaan, joka toimii nopeammin ja vakaammin." (Vastaja 2)*



Digimateriaalien käytön haasteena on usein nähty juuri niiden käyttöön ja toimivuuteen liittyvät ongelmat (Esim. Mikkilä-Erdmann, 2017, 26). Omien laitteiden käyttö on ymmärrettävää opettajien yrittäessä järjestää opetusta toimivalla tavalla. Niiden käyttö voi kuitenkin olla ongelmallista oppilaiden yhdenvertaisuuden, käytön valvonnan sekä tietoturvan näkökulmasta. Opetushallitus on vuonna 2005 määritellyt perusopetuksen verkko-oppimateriaaleille laatukriteereitä helpottamaan käyttäjäkokemusta ja antamaan eväitä opetusmateriaalien laatijoille. Yksi laatukriteereistä on käytettävyys. Käytettävyyden voidaan sanoa olevan heikkoa, kun käyttäjä turhautuu materiaalin etsimiseen, virheilmoituksiin, epäselvään ilmaisuun tai ohjeiden puutteeseen. (Opetushallitus, 2005, 8.) Vaikka materiaalin tekniset ongelmat eivät sinänsä johdu itse materiaalista, on materiaalin mukana tulevalla tabletilla tärkeä rooli DragonBoxin opetusmateriaalin käytettävyyden kannalta.

## 5.2 Oppimisen räätälöinti

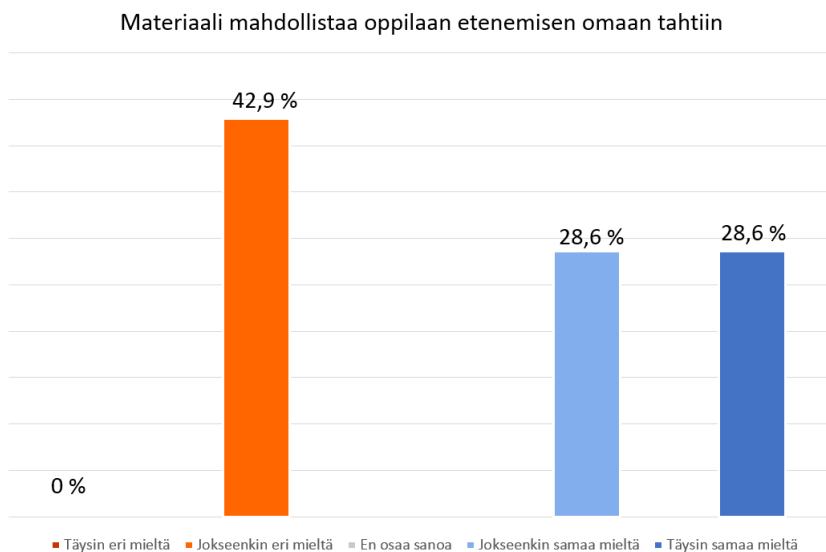
Kuten kappaleessa 2.2 ilmeni, pelillisten ja digitaalisten materiaalien suurin odotusarvo liittyy niiden kykyyn räätälöidä oppimistapahtumaa yksilön kannalta optimaaliseksi. Oppimateriaalien merkittävimmät kehitysaskeleet digitalisoitumisen myötä ovat olleet suoritusten tallentaminen, osittainen automaattinen tarkistus ja tehtävien adaptiivisuus. Materiaali voi parhaimmillaan automaattisesti tarjota oppilaalle oikeantasoisia tehtäviä. Oppimisen räätälöinti pitää sisällään myös oikea-aikaisen ja kannustavan palautteen antamisen materiaalin itsensä kautta. Digitaalisista tehtävistä ja erityisesti niiden tekemisestä kertyvä käyttö- ja suoritustieto ovat oppimisen "bigdataa". (Sankila, 2015, 254.) Niiden avulla opettaja voi seurata oppilaiden edistymistä ja ennakoida tulevia oppimisen vaikeuksia. Tämän pelillisten ja digitaalisten materiaalien potentiaalin vuoksi nostin kyselylomakkeessa arvioinnin, eriyttämisen ja oppimisen seuraamisen keskeisiksi kysymyksiksi. DragonBox materiaaleissa palkitseminen, eriyttäminen, arviointi ja motivointi liittyvät erottamattomasti toisiinsa. Oppimisen räätälöinti teeman alle muodostui kaksi alateemaa: eriyttäminen sekä palkitseminen ja arviointi. Avaan nämä alateemat omien otsikoidensa alla.

## Eriyttäminen

Useissa avoimissa vastauksissa korostui, että DragonBox materiaali tarjoaa opettajien mielestä hyvin mahdollisuuksia eriyttämiseen 21 erillistä mainintaa. Toisaalta 11 vastauksessa oli mainittu, että eriyttäminen oli vaikeaa materiaalin avulla. Osassa vastauksissa oli mainintoja, joiden mukaan eriyttäminen onnistui jompaankumpaan suuntaan (ylös - tai alaspäin), mutta ei molempiin suuntiin. Neljässä vastauksessa mainittiin, että materiaali ei tarjoa välineitä alaspäin eriyttämiseen ja kahdessa toivottiin lisää eriyttävää materiaalia ylöspäin. Likert-asteikolliseen väitteeseen "*Materiaali mahdollistaa oppilaan etenemisen omaan tahtiin*" (Kuvio 4) opettajat vastasivat kuviossa 4 esitetyn prosenttijakauman mukaisesti.

### Kuvio 4

*"Materiaali mahdollistaa oppilaan etenemisen omaan tahtiin" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma*



Erään vastaajan mukaan oppitunnin tehtävissä eteneminen kyllä mahdollistuu materiaalin kautta, mutta tehtävien eriyttämiseen oppilaiden taitojen mukaan ei ole riittävästi materiaalia:

*"Oppitunnin sisällä oppilas pystyy etenemään tehtävästä toiseen omaan tahtiinsa ja treenata halutessaan itselle hankalia asioita useaan kertaan. Eriyttämiseen erityisesti ylöspäin ei ole materiaalia Big Numbers peliä lukuun ottamatta, mikä oli nopeasti pelattu läpi. Kirjan vaikeammat tehtävät ihan liian vaikeita ja epäselviä, välillä myös opettajalle."* (Vastaaaja 23)

DragonBoxin hyödyksi nähtiin se, että nopeimmille oppilaille löytyi lisätehtäviä digitehtävistä ja peleistä:

*"Peleistä on apua eriyttäessä ylöspäin. Nopeimmille oppilaille saa helposti/nopeasti mielekästä tekemistä, kun he pääsevät harjoittelemaan käsiteltävää aihetta tabletilla." (Vastaja 24)*

Koska ylöspäin eriyttämiseen oli materiaalia, opettajat kokivat, että heille vapautui aikaa auttaa oppilaita, jotka tarvitsivat enemmän tukea oppimiseen:

*"Eriytyisen ilahduttavaa on ollut materiaalin runsaus ja se, että niille nokkelille ja kaiken helposti osaaville löytyy motivoivaa tekemistä riittävästi ja tällöin jää aikaa opelle auttaa hitaampia oppilaita." (Vastaja 9)*

Eräs vastaaja nosti esille toiveen siitä, että materiaali tarjoaisi kaikille oppilaille omaan osaamistasoon sopivaa haastetta ja eriyttäisi opetusta:

*Eriyttämiseen toivoisin materiaalin itsessään eriyttävän lapsen osaamisen mukaan. (Vastaja 8)*

Toisessa vastauksessa eriyttäminen puolestaan nähtiin opettajan tehtäväksi:

*(Eriyttäminen sujuu) Oikein hyvin. Tosin lähtökohtaisesti oli materiaali mikä vain open tehtävähän tuo on. Opetus on paljon muutakin kuin valmiin materiaalin mukaan etenemistä. (Vastaja 2)*

Hyvin pelillistetyn opetusmateriaalin hyöty voi kuitenkin olla juuri siinä, että materiaali itsessään tarjoaa oppilaan osaamistasoon mukautettuja tehtäviä, riittävän haastavia tehtäviä, jolloin eriyttäminen tapahtuu itsestään digitehtävien ja pelien kautta (Esim. Lee & Hammer 2011; Hanus & Fox 2014 ). Vastauksessa korostuu kuitenkin myös opettajan pedagoginen vastuu ja valinnat opetustapahtumassa ja niillä on tärkeä rooli myös pelilähtöisiä materiaaleja käytettäessä.

### ***Palkitseminen ja arviointi***

Oppimispeleihin kuuluu oleellisesti pelaajan palkitseminen. Palkitseminen toimii motivointikeinona sekä oppimisen edistymisen mittarina. Oppimispeleissä on usein laaja palkitsemisrakenne ja niiden keinovalikoimaan kuuluu muun muassa pisteytys, palkinnot, tasosiirtymät, palaute, arvomerkit, sekä virtuaaliset tarrat. (Kapp 2012, 33.) Pelillistämisen keskiössä on oletus, että pisteillä, pienillä palkinnoilla ja saavutuksilla kannustetaan tietyn tehtävän suorittamiseen (Ängeslevä 2014, 121). Pisteet antavat myös pelaajalle mahdollisuuden seurata edistymistään. Lisäksi pelaaja oppii, mitkä strategiat

toimivat ja mitkä eivät. (Järvilehto 2014, 136.) Palkitseminen siis toimii opetuspeleissä myös oppilaan oppimisen itsearviointivälineenä, kun oppilas saa edistymisestään palkintoja, joilla hän voi suhteuttaa osaamistaan. Järvilehdon (2014, 224) mukaan pelimekanismien tavoitteena on pitää mielenkiintoa yllä ja ruokkia flow-kokemusta. Keskeisessä roolissa tässä ovat erilaiset palautteen muodot. Pelin antama välitön palaute värien ja äänien avulla stimuloi ja kannustaa etenemään.

DragonBoxin materiaaleissa käytetään palkitsemiseen erilaisia keinoja. Esimerkiksi matematiikkalaboratoriossa, jossa vertaillaan lukumääriä, peli antaa palautetta äänen ja grafiikan avulla. Kun oppilas vastaa oikein, kuuluu: "Jee!". Kun oppilas vastaa väärin, peli ei tarjoa minkäänlaista ääntä, vaan väärä vastaus pyyhkiytyy mustan savupilven kera pois. Ääni toimii siis tehtävässä palkintona oikeasta vastauksesta. Virheen jälkeen ohjelma tarjoaa useaan kertaan samaa tehtävää, jotta oikea vastausmalli vahvistuisi. Sovelluksen hyöty liittyy siihen, että oppilas saa välittömästi palautetta toiminnastaan. Tapola ja Veermans (2015) toteavat, että tehtävänäikainen palaute voi tukea oppilaan kiinnostusta tehtäväsuuntautunutta toimintaa kohtaan sekä ohjata häntä oppimisen kannalta oikeaan suuntaan. Teknologiasovellusten palautejärjestelmien on havaittu lisäävän oppilaiden kiinnostusta ja luottamusta omiin kykyihinsä. ( Tapola & Veermans 2015, 76.) DragonBoxissa palkitsemisen keinovalikoimaan kuuluu myös pisteytys. Matikkalaboratorioista oppilaat saavat tähtiä suoritettuaan tehtäviä oikein. Tähtiä keräämällä oppilaat saavat virtuaalisia tarrapaketteja. Pisteiden keruu koettiin vastauksissa motivoivaksi ja palkitsevaksi:

*"Lapset tekee mielellään tableteilla ja pisteiden keruu innostaa heitä." (Vastaaja 22)*

*"Tähdet ja tarrat huippu hyvä ja palkitseva asia oppilaille." (Vastaaja 9)*

Peleissä oppilaat puolestaan keräävät timantteja. Oppilaat pystyvät vertailemaan niiden avulla omaa menestystään pelissä:

*"Ne timantit, joita saadaan ja käytetään peleissä ovat valtavan suosittu puheenaihe. Niitä vertaillaan oikein urakalla. Niin ja tarrat koulusovelluksessa! Luokittelua, luokittelua, luokittelua." (Vastaaja 13)*

Sama vastaaja nostaa esille, että pisteiden (tähtien) käyttö saattaa olla ongelmallista, mikäli tavoitteena on saada tehtävistä täydet pisteet:

*"Pisteitys: siis tähdetkö? Kysyttyä tavaraa. Eräs opettaja tosin vaati kaikilta oppilailtaan kolme tähteä kaikista tehtävistä ja se oli minusta väärin. Jos joku ei osaa kuin yhden tähden verran, se on ihan sallittua. Kaikki eivät ole tosi taitavia matikassa ja se on ihan OK." (Vastaaaja 13)*

Pisteiden motivointivaikutus oli erään vastaajan mukaan lyhytaikaista:

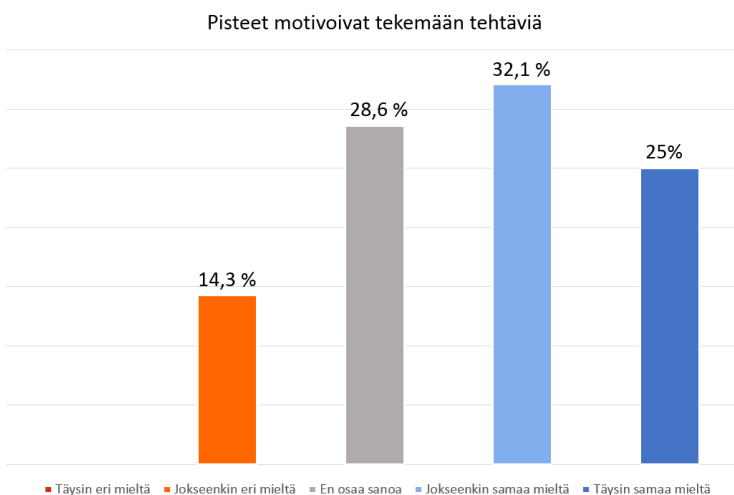
*"Aluksi pisteiden keräys tablettitehtävissä innosti, mutta kolmasluokkalaisilla into laantunut." (Vastaaaja 5)*

Pelaamisen positiiviset vaikutukset eivät välttämättä olekaan kovin pitkäaikaisia. Tämä saattaa johtua siitä, että pelaamisen uutuudenviehätys hiipuu alun innostuksen myötä (Hamari ym. 2014, 3028). Pelillisten materiaalien palkitsemisjärjestelmät, kuten pisteet, tarrat ja sijoitustaulukot perustuvat myös ulkoiseen motivointiin (Ke 2008). Silloin niiden motivointivaikutus ei välttämättä ole syvällisen oppimisen kannalta kovin tehokasta ja pitkäaikaista, varsinkin, jos pisteiden kerääminen saa negatiivisia piirteitä.

Kuviossa 5 on esitetty väitteen *"Pisteet motivoivat tekemään tehtäviä"* prosenttijakauma. Suurin osa (57,1 %) opettajista oli jokseenkin tai täysin samaa mieltä siitä, että pisteet motivoivat tehtävien tekemiseen. 14,3 % vastaajista oli jokseenkin eri mieltä.

## Kuvio 5

*"Pisteet motivoivat tekemään tehtäviä" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma*



En osaa sanoa osuus on huomattavan korkea (28,6 %). Tämä saattaa johtua siitä, että kaikki opettajat eivät ole ymmärtäneet tässä kysymyksessä pisteiden tarkoittaman tähtiä ja timantteja, joita tehtävistä kerätään. Koekyselylomakkeessa eräs vastaaja kirjoitti pisteistä, enkä vielä kyselylomaketta laatiessani täysin tuntenut DragonBoxin

palkitsemisjärjestelmää. Siksi vääränlainen sanavalinta saattoi vaikuttaa siihen, että en osaa sanoa vastaajien osuus on näin korkea.

Opettajien kannalta DragonBoxin huono puoli oli se, että opettajalle jää vain vähän näkyvää dataa oppilaan edistymisestä:

*"Oppimisen seuraaminen on entistä hankalampaa, kun tablettitehtävistä ei näe miten oppilas on ne suorittanut. Tähdet ei sinäänsä kerro tarpeeksi." (Vastaaja 23)*

Palkitseminen toimii siis oppimisen palautteena oppilaalle, mutta opettajan voi olla vaikea hyödyntää pelejä ja tehtäviä arvioinnin tukena. Lisäksi vastauksessa nostetaan esille myös se, että tehtävän suorittamisesta ei jää opettajalle mitään näkyviä tehtäviä, joiden avulla opettaja saisi vihjeitä oppilaan tavasta ajatella tai ratkoa tehtäviä. Näin oppimisen todentaminen ja seuraaminen saattaa olla opettajalle kirjan tehtäviä vaikeampaa. Ilmeisesti materiaalia on kuitenkin kehitetty tässä suhteessa jo aiemmasta:

*"Nykyisin oppilaan sovelluksessa etenemistä pystyy seuraamaan paremmin." (Vastaaja 6)*

Toinen vastaaja nostaa kuitenkin esille, että vaikka sovelluksen kautta pystyykin seuraamaan oppilaan edistymistä, varsinaisia tehtäviä ja niiden vastauksia ei näe:

*"Kirjassa aika vähän tehtäviä arvioitavaksi/seurattavaksi. Sen perusteella hankalaa tunnistaa vaikeuksia. Sovelluksen raportti paljastaa hyvin, keillä ongelmia, mutta ongelmien syyt jäävät usein epäselviksi, koska vastauksia ei näe." (Vastaaja 26)*

Tästä näkökulmasta oppimisen tärkein "bigdata", eli käyttö- ja suoritustieto eivät tule opettajalle näkyviksi, jolloin oppimisprosessia voi olla vaikea seurata ja arvioida. Oppimisen seuraamisen ja arvioinnin kannalta ongelmallista oli vastaajien mukaan myös se, että materiaaliin kuuluviin kokeisiin ei oltu tyytyväisiä. Kymmenen eri vastaajaa nosti kokeiden ongelmallisuuden esille. Neljä vastaajaa mainitsi kokeiden olevan oppimisen seuraamisen kannalta liian helppoja:

*"Kokeet ihan liian helppoja ja antavat kuvan, että jokainen oppilas olisi todella taitava matematiikassa." (Vastaaja 23)*

*KOKEET ovat arvioinnin kannalta 'liian' helppoja ja saatetaan kysyä asioita kokeessa, joita on harjoiteltu vain vähän.... Ei ihan onnistunein arviointipaketti. (Vastaaja 17)*

Viisi vastaajaa nosti esille, että kokeet sisältävät tehtävätyyppejä, joita ei ollut harjoiteltu aiemmin tai on harjoiteltu vain vähän:

*"Lisäksi kokeissa on aina yhtäkkiä tehtävää, jota ei kirjassa/materiaalissa ole opiskeltu lainkaan."*  
(Vastaaja 20)

Materiaali ei erään vastaajan mukaan mahdollista kokeiden eriyttämistä:

*"Tässäkin olen käyttänyt paljon materiaalia DB-materiaalin ulkopuolelta. Esim. valmiita eritasoisia kokeita ei ole."* (Vastaaja 1)

Eräs vastaaja nostaa esille, että arviointia voi hyvin tehdä myös matikkakeskusteluja seuraamalla ilman kokeitakin:

*"Materiaalissa keskeistä on matikkakeskustelut. Mm. niiden avulla pääsee hyvin perille lasten matemaattisesta ajattelusta. Koen, että DB-materiaalilla on helppo seurata lasten osaamista, vaikka ei olisi kokeitakaan."* (Vastaaja 12)

DragonBoxin materiaaleissa matematiikan sanallistaminen ja matematiikasta keskusteleminen onkin nostettu keskeiseen rooliin (DB 4).

### 5.3 Tarinallisuus

Tarinallisuus teeman alla on vain yksi alateema; tarinan merkitys matematiikan opetuksessa. Tarinankerronta on olennainen osa oppimispelejä. Tarinallisuus tarjoaa merkitystä ja kontekstin tehtävien soveltamiselle. (Kapp 2012, 41.) Tarina toimii peleissä kehyskertomuksena, joka vahvistaa immersiiivisyyttä, eli peliin uppoutumista (Kim ym., 2018, 62). Useat oppimisteoriat tukevat ajatusta, että tarinallisuus auttaa meitä oppimaan tehokkaammin. Tarinankerrontaa on käytetty myös matematiikan tutkimuksessa ja tarinankerronnan on todettu olevan tehokas työkalu matematiikan oppimisessa. Tarinat tarjoavat mielekkään kontekstin, joka herättää opiskelijoiden kiinnostusta ja tekee oppimisprosessista motivoivan. Lisäksi tarinat voivat tarjota oppilaille autenttisen kontekstin matemaattisten käsitteiden ja prosessien ymmärtämiseen. Tarinoilla on ollut tutkimuksissa vaikutus erityisesti ongelmanratkaisutaitojen paranemisen kannalta, kun matemaattisia käsitteitä ja menettelytapoja yhdistetään merkitykselliseen kontekstiin. (Lemonidis & Kaiafa, 2019, 165, 172.) Käytettyjen tarinoiden tulee kuitenkin olla oppimisen kannalta motivoivia ja tukea opittavaa sisältöä. Liian monimutkainen tarina voi ohjata oppilasta kohti vääriä tavoitteita. Liian monimutkaiset tarinat ja visuaalisuus voivat viedä huomiota pois opetussisällöstä ja tarjota kilpailevia tavoitteita oppilaille. (Clark ym., 2015, 112.)

DragonBoxin materiaali rakentuu vahvasti tarinoiden ja tarinallisuuden ympärille. Opettajien vastauksissa korostui se, että tarinallisuus ja noomit koettiin DragonBoxissa tärkeiksi elementeiksi. Materiaalin tarina mainittiin kolmetoista kertaa positiivisella tavalla vastauksissa:

*"Ensimmäinen oppimateriaali, jossa matikkatarinat eivät ole päälle liimattuja, vaan materiaali rakentuu seikkailun ja matikkatarinoiden päälle." (Vastaaja 2)*

*"Tarinat ovat i-ha-ni-a! Noomit ovat suloisia ja kaikki oppilaat löytävät heti oman hahmonsansa niistä." (Vastaaja 13)*

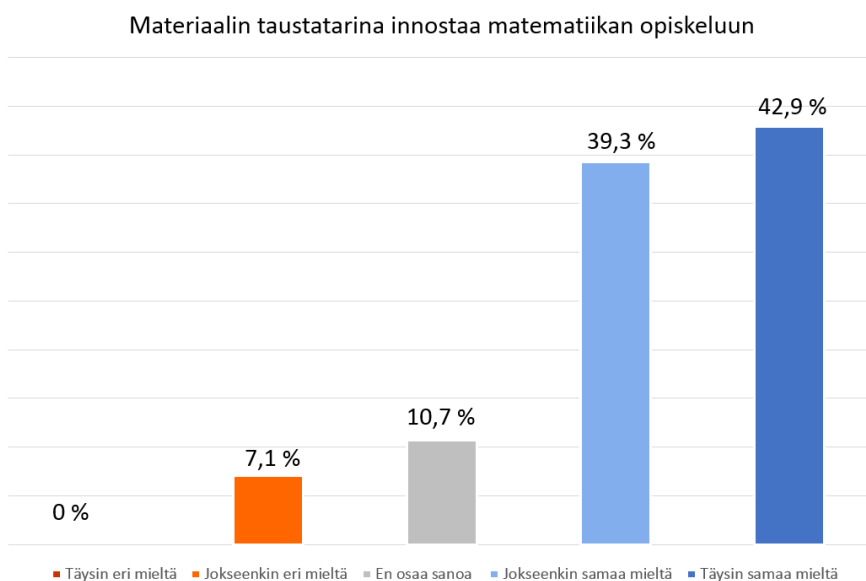
Ainoastaan yksi vastaaja koki, että tarinallisuus ei ole oleellista matematiikan opiskelun kannalta:

*"Tarina on kiva, mutta ei matematiikassa oleellinen. Noomit ovat turhaa painolastia." (Vastaaja 19)*

Matematiikan oppikirjoissa käytetään usein kehyskertomusta, mutta DragonBoxissa tarinalla on muita matematiikan oppikirjasarjoja keskeisempi rooli. Opettajat suhtautuivat vastausten perusteella pääsääntöisesti positiivisesti materiaalin tarinoihin (Kuvio 6). Vastaajista 81,4 % oli jokseenkin tai täysin samaa mieltä siitä, että DragonBox materiaalin taustatarina innostaa matematiikan opiskeluun.

## Kuvio 6

*"Materiaalin taustatarina innostaa matematiikan opiskeluun" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma*

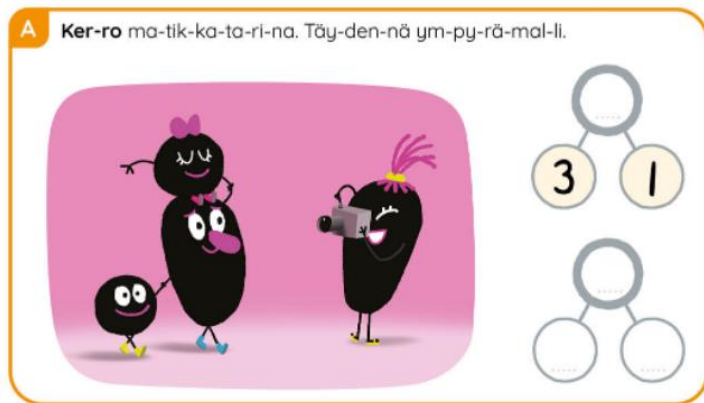




Tehtäväkirjasta löytyy tehtäviä, joiden kautta oppilas saa keksiä itse matikkatarinoita noomien avulla (Kuvio 7).

## Kuvio 7

1.Lk tehtäväkirjan matikkatarinatehtävä (DB 10,2020, 32)



Erään vastaajan mukaan matikkatarinatehtävät ovat olleet toimivia:

*"Matikkatarinoissa jokainen voi keksiä itse tarinan ja johtaa siitä laskun omalla tasollaan ja tavallaan - aivan mahtavaa!" (Vastaaaja 13)*

Erään vastaajan mukaan ensimmäisen luokan tarina innosti oppilaita, mutta 2. luokan tarinat eivät niinkään:

*"Tarinat olivat ekaluokalla tykättyjä, kakkosella noomeja ei ole juurikaan näkynyt. Nenukit eivät jaksa oikein innostaa oppilaita." (vastaaaja 20)*

Kaiken kaikkiaan tarinallisuus ja erityisesti noomi hahmot olivat vastausten perusteella innoittavia ja motivoivia. Erästä vastauksesta ilmeni, että noomeja ja tarinallisuutta on hyödynnetty myös muilla oppitunneilla:

*"Tarinat ja Noomit ovat tulleet innostavina myös muihin oppiaineisiin mm. käsitöihin ja äidinkieleen." (Vastaaaja 7)*

Tarinankerronnallisten elementtien rinnalla tärkeitä ovatkin myös asiat, joita pelissä pääsee tekemään tarinan ulkopuolella (Kaija, 2019, 78). DragonBoxin tarinallisuus voi tarjota luontevan kontekstin eri oppiaineiden integroimiselle. Ropon ja Huttusen (2013) mukaan eri oppiaineet onkin usein nähty toisistaan erillisinä ja sirpaleista tietoa tuottavina kokonaisuuksina. Siksi opetukseen tarvitaan kokonaisvaltaisen narratiivin rakentamiseen

tähtäviä prosesseja. Tarinallisuuden kautta oppilaat muodostavat opiskeltavasta sisällöstä merkityssisältöä, joka on yhteydessä heidän aikaisempiin kokemuksiinsa, käsityksiinsä ja ymmärrykseensä. Tarinallisuus toimii kokoavana tiedollisena prosessina. (Yrjänäinen & Ropo, 2013, 21, 43.)

## **5.6 Lukukäsitteen rakentuminen materiaalissa**

Lukukäsitteen rakentuminen materiaalissa pääteeman alle muodostui neljä alateemaa. Nämä alateemat ovat noomien abstraktius ja konkreettisuus lukukäsitteen rakentamisessa, paikka-arvo ja kymmenjärjestelmän hallinta, lukujonotaidot ja matematiikan sisältöjen siirtyminen lapsen arkeen. Käsittelen jokaista alateemaa oman otsikkonsa alla.

### *Noomien abstraktius ja konkreettisuus lukukäsitteen rakentamisessa*

Luokanopettajat nostivat noomi-hahmot keskeisesti esille kysyttäessä lukukäsitteen rakentumista materiaalissa. Noomit mainittiin opettajien vastauksissa kaksikymmentäviisi kertaa lukukäsitteen yhteydessä. Luvun käsite itsessään on abstrakti. Lukuja ei voi nähdä tai koskettaa, ainoastaan niiden representaatiot ovat aistein havaittavissa (Laitinen, Rantamäki & Joutsenlahti, 2015, 134). Perinteisesti lukuja voikin olla vaikea konkretisoida käytännön esimerkein. Esimerkiksi luvulle 5 voi olla vaikea löytää mitään konkreettista ilmentymää, vaikka viidelle objektille tai lukumäärälle viisi se onnistuukin helposti (Haapasalo, 2004, 79).

DragonBoxin kotisivuilla kerrotaan, että luvut on herätetty henkiin värisauvoja muistuttavalla hahmolla sekä yksilöllisellä mielenkiintoisella persoonalla. Lisäksi mainitaan, että noomit ovat konkreettia visuaalisia työvälineitä matemaattisen symbolikielen avaamiseen lapsille. DragonBox- materiaalissa ymmärrystä luvuista pyritään rakentamaan tutkimalla lukuja monipuolisesti yhdistelemällä, halkaisemalla ja katsomalla noomien sisälle. (DB 6.)

Lukukäsitteen opetteluun hyväksi puoleksi opettajat nostivat DragonBoxissa erityisesti harjoittelun monipuolisuuden neljä mainintaa ja lukukäsitteen vahvistamisen erilaisilla

esitystavoilla, numerosymbolin, lukusanan, lukumäärän ja noomien avulla nostettiin esille kuudessa vastauksessa.

*"Luku esitetään monella tavalla: noomeina, nopan silmälukuina, lukusauvoina jne." (Vastaaja 22)*

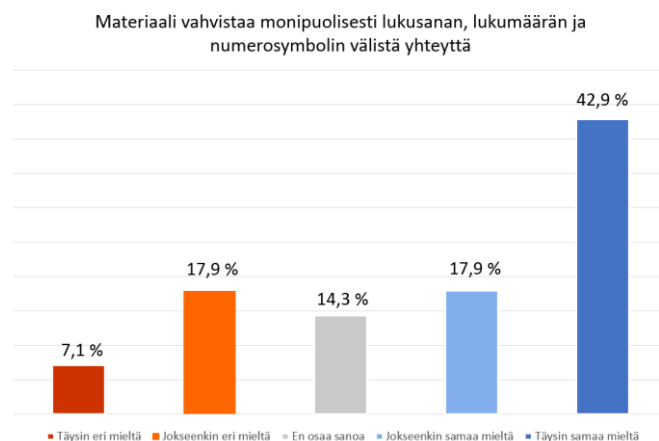
*"Symbolien ja lukumäärien välistä yhteyttä pyritään tuomaan esiin monilla eri tavoilla." (Vastaaja 18)*

*"Lukumääriin tutustutaan monipuolisesti erilaisin tavoin ja oppilaalle esimerkiksi havainnollistetaan, että kolme voi tarkoittaa lähes mitä vain, mitä on kolme." (Vastaaja 4)*

Opettajista 60,8 % oli jokseenkin tai täysin sitä mieltä, että materiaali vahvistaa lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin välistä yhteyttä. 25 % vastaajista oli puolestaan jokseenkin tai täysin eri mieltä (Kuvio 8).

### Kuvio 8

*"Materiaali vahvistaa monipuolisesti lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin välistä yhteyttä"-väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma*



Erään vastaajan mukaan noomien hyvä puoli on lukujen personoiminen tarinoiden kautta sekä luvun esittäminen eri muodoissa:

*"Noomit tuovat tarinallisuutta lukuihin, hajottamista ja toistoja lukujen kanssa tulee valtavasti ja luvut tuodaan jatkuvasti silmien eteen muussakin muodossa kuin numerosymboleina." (Vastaaja 7)*

Taitaville matemaatikoille luvut voivat olla muutakin kuin numerosymboleita. Ne voidaan mieltää esimerkiksi erilaisiksi hahmoiksi, kuvioiksi tai jopa ystäviksi. Tällaista mentaalisiin mielikuvuihin liittyvää ymmärrystä voidaan kutsua spatiaaliseksi älykkyydeksi. Sille on ominaista asioiden ymmärtäminen visualisoinnin, kuvien, piirrosten ja kuvioiden

kautta. Spatiaalisen älykkyyden on havaittu korreloivan vahvasti matematiikan menestyksen kanssa (Dehaene, 1997, 149- 151.) Knops, Nuerk, Fimm, Vohn & Willmes (2006) ovat Kyttälän ja Kanervan (2018) mukaan todenneet, että matematiikan kannalta keskeiset symbolit ja luvut, ovat myös visuaalisia hahmoja eivätkä siten puhtaasti verbaalisia symboleja (Kyttälä & Kanervan, 2018, 228-229). Tästä näkökulmasta noomien käyttö on perusteltua. Luvusta saattaakin jäädä monipuolisempi muistijälki, kun lukuja harjoitellaan noomien, lukumäärien, lukusanan ja numerosymbolin muodossa monipuolisesti. Toisaalta vastausten perusteella noomien vaikutus voi olla myös päinvastainen erityisesti silloin, jos oppilaalla on hahmottamisen, muistin tai oppimisen vaikeuksia. Eräs vastaaja nosti esille, että noomit lisäsivät muistin kuormitusta:

*"Ylimääräistä muistamista tulee noomeista, kun osalla eivät tahdo numeromerkittäkin jäädä helposti mieleen." (Vastaaja 20)*

Lukujen persoonallistamista pidettiin hyvänä ideana, mutta se ei ollut auttanut oppilaita omaksumaan matematiikan sisältöä:

*"Lukujen personoinnilla on riskinsä, mutta periaatteessa idea on hyvä ja mieleenpainuva. Hajotelmat jäävät mieleen persoonien kautta, mutta eivät siirry laskuihin. Numeromerkit eivät automatisoidu hajotelmiksi." (Vastaaja 25)*

Oppilaat saattavat myös mieltää lukuja liikaa noomien kautta:

*"Tehtäväkirjaan olen tyytymätön: liian vähän tehtäviä ja noomeja käytetään liikaa: ettei numero viisi samaistu liikaa harmaaseen noomiin." (Vastaaja 22)*

Eräessä vastauksessa korostuikin huoli siitä, että noomit sekoittavat joidenkin oppilaiden matemaattista ajattelua:

*"Mielestäni ei tue tarpeeksi (lukukäsitteen oppimista). Osaa Noomi-hahmot sekoittaa. Eivät käsitä Noomeja lukuina, vaan pelkkinä hahmoina." (Vastaaja 24)*

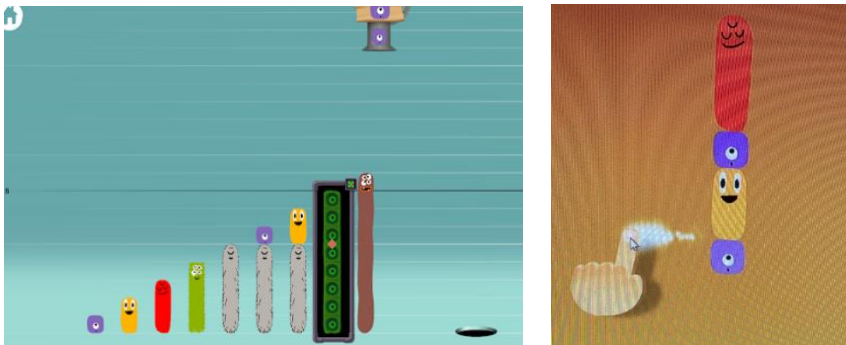
Noomien konkreettisuus ja abstraktius jakoivat opettajien mielipiteitä. Noomien konkreettisuus mainittiin neljä kertaa lukukäsitteen yhteydessä. Noomeja ja materiaalin erilaisia työkaluja kuvailtiin myös havainnollisiksi kahdeksan kertaa. Vastauksissa nostettiin noomien hyödyksi se, että niiden avulla lukuja voidaan manipuloida ja lukujen välisiä yhteyksiä voidaan konkretisoida ja tehdä näkyväksi monin tavoin.

*"Lukukäsitettä lähestytään monipuolisesti. Mm. hahmot, laboratoriot ja pelit tarjoavat paljon kokemuksia ja harjoitusta oppilaille. Matematiikasta ja luvuista tulee mielenkiintoista." (Vastaaja 12)*

Matematiikkalaboratorioissa lukuja voidaan tutkia erilaisilla työkaluilla. Esimerkiksi halkaisemalla noomeja pienemmiksi tai syöttämällä niitä toisilleen, jolloin noomit kasvavat. Röntgenillä voi katsoa noomien sisälle, jolloin noomia edustavat lukumäärät tulevat paremmin näkyville (Kuvio 9).

### Kuvio 9

Röntgen (DB 9) ja noomien halkaiseminen (kuva: Jenni Westman)



Eräs vastaaja nostaa noomien konkreettisuuden lukukäsitteen oppimisprosessissa seuraavalla tavalla esille:

*”Esimerkkejä löytyisi useampiakin, mutta nostan esille noomit, joita voi konkreettisesti vertailla ja matikkalaboratorioissa hajottaa ja lisätä, tutkia röntgenillä... Värit ja silmissä oleva viiden voima. Kolme vuotta sitten sain luokalleni oppilaan, jolle Veo oli koko eskariuoden yrittänyt opettaa lukukäsitettä 1, 2 ja 3. heikolla menestyksellä. Koulun hän aloitti tehostetulla tuella matematiikan osalta, ja saatesanoilla huoli on iso. Hän hahmotti ekaluokan aikana lukukäsitteen mahtavasti noomien avulla. Oikein näki, kuinka hän näki lukumäärät noomeina ja jos häneltä esim. kysyi mitä saat kun halkaiset vaaleanpunaisen kasin, vastaus tuli viivana että vihreät neloset. Lapsi siirtyi luokalta kolmannelle toiseen kouluun matematiikan aroosanalla hyövä.”*  
(Vastaja 2)

Oppimisen konkreettisuus perustuu näkemykseen ymmärtävästä oppimisesta. Siinä on kyse erilaisten konkreettisten materiaalien apuvälineiden käytöstä ymmärtämisen tukena (Laitinen, Rantamäki & Joutsenlahti 2015, 81). Vaatimus opetuksen konkreettisuudesta on kirjattu myös opetussuunnitelman perusteisiin (2014):

*Konkretia ja toiminnallisuus ovat keskeinen opetusta ja opiskelua. Oppimista tuetaan hyödyntämällä tieto- ja viestintäteknologiaa. Opetus kehittää oppilaiden kykyä ilmaista matemaattista ajatteluaan konkreettisin välinein, suullisesti, kirjallisesti ja piirtäen sekä tulkiten kuvia (Opetushallitus, 2014, 128).*

Erään vastaajan mukaan DragonBoxin materiaali etenee juuri konkretian kautta abstraktiin, kun oppilaat käyttävät noomisauvoja:

*"Konkretian kautta abstraktiin, niin kuin kuuluukin. Noomithan eivät ole mikään uusi innovaatio, onhan unkarilaisen matikan värisauvat olleet olemassa jo kauan. Noomien satakone on myös hyvä havainnointiväline."* (Vastaja 13)

Yksittäisistä vastauksista ei pystynyt päättämään, olivatko vastaajat käyttäneet työskentelyssä tablettien ohella noomisauvoja tai muita välineitä konkretisointiin, mutta kaikista vastaajista (49 %) oli käyttänyt toiminnallisia välineitä DragonBoxin materiaalien rinnalla. Noomisauvat olivat käytössä kaikilla vastaajilla. Eräs vastaaja nostaa kuitenkin esiin sen, että kirjojen ja tablettien rinnalle tarvitaan konkreettisia välineitä ja toiminnallisuutta:

*Toiminnallisuutta ja konkreettisia välineitä peräänkuuluttaisin. Oppimista ei voi laskea tabletin ja kirjan varaan. Haasteena myös aika, joka ei riitä toteuttamaan kokonaisvaltaista oppimista, johon tuntisuunnitelmat pohjautuu. Ei ole otettu huomioon, että pienten lasten kanssa 45min. on todellisuudessa 30min.* (Vastaja 25)

Toinen vastaaja koki, että noomisauvat yhdistettynä kuvallisiin tehtäviin tarjoavat oppilaille riittävästi konkretiaa:

*"Koin, että eriyttäminen kävi helposti, koska materiaali sisältää paljon konkretiaa (sauvat ja kuvatuki). Silloin nekin, joilla on haasteita matikassa, saavat materiaalista tukea ja pääsevät melko itsenäisesti eteenpäin."* (Vastaja 14)

Tabletilla ja tietokoneella pelaaminen on kuitenkin lapselle yhtä abstraktia toimintaa, kuin kirjoista ja monisteista oppiminenkin (Kajetski & Salminen 2018, 33). Tableteilla työskennellessä lapsi operoi edelleen melko abstraktilla tasolla, koska tabletin kautta noomeja ei voi esimerkiksi koskea, tuntea tai tarkastella eri puolilta. Esimerkiksi matematiikan opiskelu kuvan kautta ei vielä ole riittävän konkreettista lapselle, koska kuvakin on abstraktio (Näveri 2018, 66). Toisaalta DragonBoxin materiaalissa objektit eivät ole staattisia, vaan niitä pystyy manipuloimaan eri tavoin. Liike ja tuntoaistimus jää kuitenkin puuttumaan. Tuntoaistilla onkin tärkeä rooli matematiikan oppimisessa (Berteletti & Booth 2015, 1). Eräs vastaaja nosti kuitenkin esille, että toiminnallisten välineiden tulisi olla monipuolisia:

*"Ihan hyvä materiaali, jos opettaja itse ymmärtää matematiikan opettamisesta ja huomaa, mitä oppilaat ovat ymmärtäneet ja mitä eivät. Toiminnallisuus ei ole riittävä ja toimintavälineiksi ei missään nimessä riitä noomit."* (Vastaja 25)

Eräs vastaaja nosti esiin, että kiinnostus noomisauvoilla työskentelyyn oli vähentynyt kolmannella luokalla:

*”...Noomisauvat ei myöskään kiinnosta enää 3.luokalla, mutta pienempinä oppilaat touhusivat niillä mielellään.” (Vastaaja 12)*

Pelkkien noomisauvojen käyttö saattaakin pidemmän päälle laskea välineillä työskentelyn motivaatiota, mikäli niitä käytetään yksipuolisesti.

### ***Muut maininnat lukukäsitteestä***

Tämän teeman alle keräsin sellaiset yksittäiset maininnat, jotka käsittelivät jollain tavalla lukukäsitteen rakentumista materiaalissa, mutta eivät sopineet muihin alateemoihin.

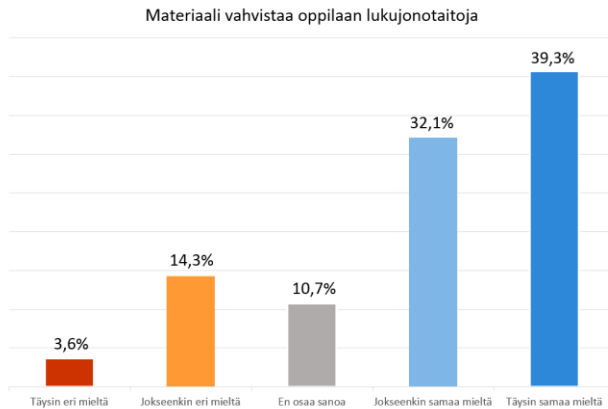
*”Toisella luokalla olen huomannut, että lukukäsite, kymmenjärjestelmä ja lukujonot ovat jääneet isolla osalla oppilaista hyvin hämäräksi. Niiden opiskelu on vaatinut paljon materiaalia DB-materiaalin ulkopuolelta.” (Vastaaja 1)*

Kuten luvussa 3.1 ilmeni, lukujonotaidoilla on keskeinen rooli laskutaidon kehittymisen kannalta. Lasten laskutaidot kehittyvät siten, että ne pohjautuvat alkuun lukujen luettelemiseen. Vasta taitojen kehittyessä lapset kehittävät tehokkaampia laskustrategioita. (Kilpatrick ym., 2001, 194.) Lukujen luettelemisen taito luo pohjaa näiden strategioiden osaamiselle. Sujuva lukujonotaito tarkoittaa sitä, että oppilas pystyy luettelemaan ääneen tai ajatuksissaan lukuja eteen- ja taaksepäin mistä kohtaa lukujonoa tahansa. Lukujonotaidot ennustavat aritmeettisten taitojen hallintaa. Hyvät lukujonotaidot ovat edellytys aritmeettisten taitojen hyvälle osaamiselle. (Kinnunen 2018, 20-21.) DragonBoxin 1. luokan materiaali sisältää vain vähänlaisesti lukujonotehtäviä.

Lukujonotaitojen (Kuvio 10) osalta vastaajista (71,4 %) oli jokseenkin tai täysin samaa mieltä siitä, että materiaali vahvistaa oppilaan lukujonotaitoja. (17,9 %) oli täysin tai jokseenkin eri mieltä.

## Kuvio 10

"Materiaali vahvistaa oppilaan lukujonotaitoja" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma



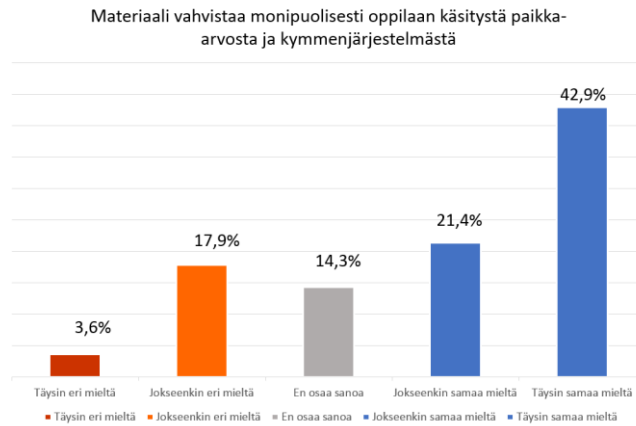
Perusopetuksen opetussuunnitelmassa kymmenjärjestelmän hallinta nostetaan ensimmäisen ja toisen luokan matematiikan opetuksen keskeiseksi tavoitteeksi. Opetussuunnitelma ohjaa tutustumaan kymmenjärjestelmän periaatteeseen konkreettisten mallien avulla (Opetushallitus 2014, 129). Lapsen laskiessa pieniä lukumääriä luettelemalla, hyvä lukujonotaidot riittävät. Suurempien lukujen laskeminen luettelemalla on kuitenkin hidasta ja virhealtista. Erilaisten laskustrategioiden hallinta ja paikkajärjestelmän ja erityisesti kymmenjärjestelmän hallinta korostuvatkin suurempia lukuja laskiessa. (Näveri 2018, 109.) Heikko kymmen- ja paikkajärjestelmän hallinta näkyy myöhemmin siirryttäessä allekkainlaskuun, kun luvut on osattava asettaa allekkain oikeille lukupaikoille (Mononen ym., 2017, 67). DragonBoxin 1.luokan materiaalista löytyy vain vähän tehtäviä, joissa hyödynnetään kymmenjärjestelmävälineitä. Mielenkiintoista onkin se, yhdistyvätkö noomit mentaalisesti kymmenvälineisiin ja -järjestelmään.

Opettajat olivat vastausten perusteella suhteellisen tyytyväisiä kymmenjärjestelmän ja paikka-arvon opettamiseen materiaalissa (Kuvio 12). Vastaajista (64,3 %) oli jokseenkin tai täysin samaa mieltä siitä, että DragonBox materiaali vahvistaa monipuolisesti oppilaan käsitystä paikka-arvosta ja kymmenjärjestelmästä. Yhteensä (21,5 %) Vastaajista oli puolestaan jokseenkin tai täysin eri mieltä.



## Kuvio 11

"Materiaali vahvistaa monipuolisesti oppilaan käsitystä paikka-arvosta ja kymmenjärjestelmästä" - väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma



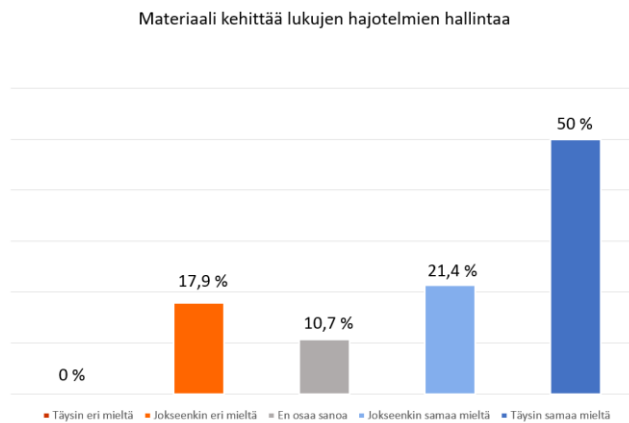
Hajotelmilla tarkoitetaan erilaisia tapoja, joilla luku voidaan esittää kahden tai useamman luvun summana. Hajotelmista käytetään myös nimitystä lukuparit. Yhteen- ja vähennyslaskutaidot pohjautuvat hajotelmien hallinnalle. (Kajetski & Salminen, 2018, 125.) Perusopetuksen opetussuunnitelma ohjaa perehtymään 1. ja 2. luokkien opetuksessa lukujen 1–10 hajotelmiin (Opetushallitus 2014, 129). DragonBoxia käyttäneet opettajat nostivat hajotelmat kolmessa avoimessa vastauksessa esille. Kaikki kolme vastaajaa olivat sitä mieltä, että materiaali ja erityisesti noomit tukevat hajotelmien opettelua:

*"Lukujen hajottaminen tulee tässä 1 lk: n materiaalissa todella hyvin esille juuri noomien välityksellä. Kymppipareja todella pystyy havainnollistamaan mielekkäästi ja ne löytyvät helposti myös jatkossa." (Vastaaaja 17)*

Myös Likert-asteikollinen väite: *Materiaali kehittää hajotelmien hallintaa* (Kuvio 12) osoitti suurimman osan opettajista olevan tyytyväisiä hajotelmien opettamiseen materiaalissa. (71,4 %) vastaajista oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä väittämän kanssa. (17,9 %) vastaajista oli jokseenkin mieltä.

## Kuvio 12

"Materiaali kehittää lukujen ja hajotelmien hallintaa" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma



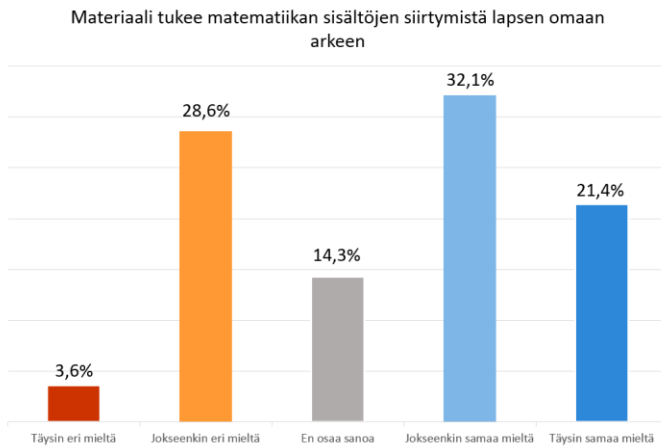
DragonBox materiaalissa hajotelmia pystyykin tarkastelemaan monipuolisesti eri tavoin matikkalaboratorioissa ja digitehtävissä.

### *Matematiikan sisältöjen siirtyminen lapsen arkeen*

Opitulla matemaattisella tiedolla tulisi olla merkitystä uusien tilanteiden näkökulmasta eli lapsen olisi kyettävä käyttämään oppimaansa uusissa tilanteissa (Perkkilä 2002, 31). Oppimisprosessi on aina tilannesidonnainen ja sidoksissa siihen toimintaan, kontekstiin ja kulttuuriin, jossa sitä opitaan ja käytetään. Konteksti voidaan käsittää siksi mielen sisällä tapahtuvaksi asiayhteydeksi, jossa asia opitaan. Jossakin kontekstissa opittu tietoa ei automaattisesti siirry toisiin konteksteihin. Tämän vuoksi oppimisympäristöt ja -tilanteet olisi luotava sellaisiksi, että niissä opittuja tietoja ja taitoja voidaan hyödyntää niissä konteksteissa, joissa niitä tullaan myöhemmin käyttämään. (Rauste-Von Wright ym., 2003, 55-56.) Matematiikan oppimisen kannalta olisi siis tärkeää, että opittuja matemaattisia taitoja voidaan hyödyntää arjen tilanteissa. Se, kuinka hyvin DragonBoxin materiaali tukee matemaattisten taitojen siirtymistä lapsen arkeen, jakoi opettajien mielipiteitä (Kuvio 13). Vastaajista 32,3 % oli täysin tai jokseenkin eri mieltä siitä, että DragonBox materiaali tukee matematiikan sisältöjen siirtymistä lapsen arkeen. 53,5 % oli puolestaan jokseenkin tai täysin samaa mieltä.

### Kuvio 13

"Materiaali tukee matematiikan sisältöjen siirtymistä lapsen omaan arkeen" -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma



Viidessä vastauksessa nostettiin esille, että DragonBoxin käyttö saattaa olla vaikeaa erityisopettajille, sijaisille ja vanhemmille, jotka eivät tunne materiaalia.

*"Noomit sekä kirjan tehtävät hankala hahmottaa vanhempien kotona. Läksyissä auttaminen vaikeaa, kun eivät ymmärrä niitä tai mitä pitäisi tehdä."* (Vastaja 23)

DragonBox materiaali sisältää vierasta sanastoa, joka ei ole formaalin matematiikan mukaista. Esimerkiksi materiaalin omia laatikoita, joihin lukumääriä merkitään, eli eräänlaisia kymmenjärjestelmävälineitä kutsutaan tuubeiksi ja lukuja noomeiksi (Kuvio 14).

## Kuvio 14

### 1.luokan syksyn tehtäväkirjan aukeama (DB 10)

#### 1.3 Lu-vut 1-5

**A Kes-kus-te-le:** Mi-tä nä-et? (Illustration of two children at a table with a dice and counting sticks)

**B Piir-rä ja täy-den-nä vii-vat ja no-pat.** (Illustration of a die and counting sticks with numbers 1 and 2)

**C Täy-den-nä yk-kös-tuu-bi, vii-vat ja no-pat. Piir-rä noo-mi.** (Illustration of three counting sticks with numbers 3, 4, and 5)

**D Jat-ka.** (Illustration of a number line with the number 2)

0 Sovelluksen käyttö

1 Tehtävissä on hyvä keittää oppilaitten havainnot yhteisesti osittain johdolla. Joskissa kuvan työtä näyttää luvun merkinnän viivalla ja palka raportin siltä mukaisesti.

11 Tehtävissä ruutuun voidaan piirtää erilaisia asioita, jolloin on luvun osoittama määrä.

Erään vastaajan mukaan kotiläksyjen antaminen oli haastavaa, koska kirjan tehtävätyypit ovat erilaisia, kuin digimateriaalissa:

*"Paikoitellen sekava, epäselvä, kirjan tehtävät eivät ole samoja kuin sähköisissä ja se ei ole hyvä - vaikea antaa läksyä, kun on uusia tehtävämuotoja niin paljon." (Vastaaja 13)*

Kotitehtävien tavoitteena tulisi olla tunnilla opitun kertaaminen ja oppilaan tulisi selviytyä niistä pitkälle itsenäisesti. Liian monimutkaiset ja oppilaalle vieraat tehtävätyypit eivät palvele aiemmin opitun kertaamista, vaan saattavat aiheuttaa ahdistusta ja stressiä oppilaassa.

## 5.8 Multimodaalisuus ja monilukutaito materiaalissa

Multimodaalisuus ja monilukutaito materiaalissa teeman alle muodostui kaksi alateemaa; monilukutaidon kehittyminen sekä tarkkaavuuden hajaantuminen ja hahmotuskyvyn ongelmat.

## Monilukutaidon kehittyminen

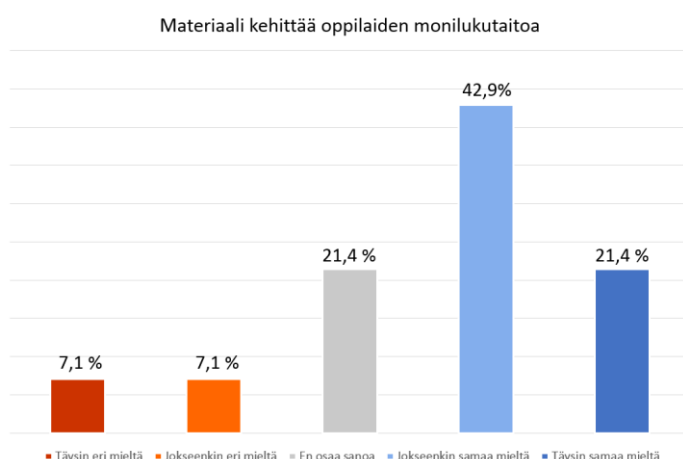
Pelilähtöisen matematiikan voidaan olettaa parantavan monilukutaitoa, kun matematiikkaa opiskellaan monipuolisesti eri aistikanavia hyödyntäen. Erilaisten aistikanavien käytöllä onkin tärkeä rooli oppimisessa (kts. Perkkilä, Joutsenlahti & Sarenius, 2018, 350). Opetussuunnitelma nostaa moniaistisuuden esille monilukutaidon yhteydessä matematiikan opetuksessa luokilla 1.-2. seuraavalla tavalla:

*"Monilukutaidon kehittymistä tuetaan perustamalla opetus moniaistisuudelle, kokonaisvaltaisuudelle ja ilmiökeskeisyydelle. Monilukutaidon kautta kehittyy taito käsitellä arkeen liittyen numeerista informaatiota, kuten lukumäärien eroja (Opetushallitus 2014, 100.)"*

Yksi DragonBoxin uutuusarvoista matematiikan opetuksen kannalta voikin olla se, että se tarjoaa uudenlaisia keinoja vastaanottaa matemaattista tietoa, kun opiskeluun voidaan yhdistää liikkuvaa kuvaa ja ääntä. Materiaalissa on panostettu erityisesti opetussuunnitelmassa mainittuihin lukumäärien erojen tarkastelulle. Kuviossa 15 on esitetty väitteen *"Materiaali kehittää oppilaiden monilukutaitoa"* tulokset. Vastaajista (64,3 %) oli jokseenkin tai täysin samaa mieltä siitä, että DragonBoxin materiaali kehittää oppilaiden monilukutaitoa. 14,2 % oli jokseenkin tai täysin eri mieltä.

### Kuvio 15

*"Materiaali kehittää oppilaiden monilukutaitoa"* -väitteen opettajien vastausten (N=28) prosenttijakauma



DragonBoxin materiaaleissa hyödynnetään multimodaalisuutta visuaalisesti näyttävien, värikkäiden hahmojen ja äänimaailman kautta. Esimerkiksi nooneja liikuteltaessa ja halkaistaessa ne vingahtelevat iloisesti, örähtelevät ja päästävät hauskoja äännähdyksiä.

Järvilehdon (2014) mukaan äänien tavoitteena pelillisissä materiaaleissa on orientoitumisreaktion herättäminen ja mielihyvän tunteen synnyttäminen. Näyttävä grafiikka ja musiikki stimuloivat palkitsemisjärjestelmiä ja edistävät dopamiinin tuotantoa (Järvilehto 2014, 136.) Kirkkaat, kovat, äänekkäät, oudot tai yhtäkkiset ärsykkeet herättävät meissä niin kutsutun orientoitumisreaktion (Rauste-Von Wright ym. 2003, 62, 109). Pelintekijät käyttävät näitä ärsykejä hyödykseen saadakseen pelaajan keskittymään pelaamiseen (Järvilehto 2014, 136, 147). Oppimateriaalien ja tehtävien, jotka herättävät oppilaiden kiinnostuksen, on todettu tutkimuksissa sisältävän usein esimerkiksi yllätyksellisiä, konkreettisia, humoristisia, uusia ja intensiivisiä elementtejä. Ne virittävät käyttäjän huomion ja mielenkiinnon opittavaa asiaa kohtaan ja niiden on todettu olevan tehokkaita varsinkin työskentelyn alkuvaiheessa (Tapola & Veermans 2015, 75.) Pelien multimodaalisuus voi olla myös hyödyllistä oppimisen ja muistamisen kannalta. Esimerkiksi kuvan ja äänen yhdistäminen aktivoi auditiivista muistia (Tossavainen 2007, 10).

### ***Tarkkaavuuden hajaantuminen ja hahmotuskyvyn ongelmat***

DragonBoxin materiaali perustuu runsaalle visuaalisuudelle. Visuaalisuudella, väreillä ja esteettisyydellä pyritään ylläpitämään käyttäjän mielenkiintoa materiaalia kohtaan (Tapola & Veermans 2015, 75). Eräs vastaaja kuitenkin nostaa esille visuaalisuuden ongelmallisuuden oppilailta, joilla on visuaalisen hahmottamisen vaikeuksia:

*”Visuaalisen hahmottamisen heikkoudesta kärsivä oppilaat eivät pysty ymmärtämään kaikkia materiaalin hienouksia.” (Vastaaja 18)*

Opetushallitus on määritellyt verkko-oppimateriaalin visuaalisuuden osaksi materiaalin käytettävyyttä. Erilaisten esitystapojen avulla voidaan tukea oppilaiden erilaisia tapoja omaksua tietoa. Visuaalisen ilmeen tulisi olla tarkoituksenmukaista ja tukea hahmottamista. (Opetushallitus, 2005, 20.) Kuvien ja visuaalisten elementtien käyttö on erityisen ongelmallista, mikäli ne ovat opittavan aiheen kannalta epäoleellista informaatiota. Tämä saattaa johtaa huomion kiinnittämiseen opiskeltavan asian kannalta epäoleellisiin asioihin. Huomion kiinnittäminen epäolennaisuuksiin puolestaan edistää pinnallista tai virheellistä tiedon käsittelyä (González ym., 2019, 166, 175.) Erään vastaajan

mukaan tablet-työskentelyn ongelmana erityisen tuen oppilailla on tarkkaavuuden hajaantuminen:

*"Materiaali toimii yleisopetuksessa, mutta ei erityisen tuen oppilailla, joilla on keskittymisen pulmaa. Heille tablettityöskentely on vaikeaa, koska mielenkiinto herpaantuu."* (Vastaja 16)

Toinen vastaaja nostaa keskittymisen kannalta hyväksi puoleksi tuntien monipuolisuuden, kun tunnissa on erilaisia osioita:

*"Keskittymisvaikeuksista kärsivälle oppilaalle joillekin materiaali on hyöä, kun oppitunnissa useita eri osioita ja toisille huono, kun keskittyminen ei riitä tablettityöskentelyyn vaan sillä mennään kaikkialle muualla ja sovelluksia napsutetaan auki ja kiinni."* (Vastaja 28)

Tarkkaavuuden pulmat saattavat johtua osaltaan siitä, että työmuisti joutuu suuremmalle kuormitukselle digiympäristössä, kun huomiosta kilpailevat oppimisympäristön äänet, liike ja muut multimodaaliset tekijät. Tarkkaavuuden ongelmallista kärsivän oppilaan voi olla vaikea poimia oleellista informaatiota ja jättää epäoleellinen huomiotta (kts. Rauste-Von Wright ym., 2003, 62, 111). Tarkkaavuuden hajaantumisen ohella myös työmuistin rasittuminen on yksi aiemmissa tutkimuksissa esille nousseista pulmista digitaalisissa ympäristöissä. Leppänen ym. (2017, 81–83) löysivät tutkimuksessaan viitteitä siitä, että kuvaajat ja multimedia saattavat vaikeuttaa lukivaikeuksisten lukemista. Tämä saattaa johtua työmuistin kuormituksesta tiedon hajaantuessa toisiinsa linkitetyille sivuille.

## **5.9 Materiaalin hyödyt ja haasteet**

DragonBox materiaali jakoi vastausten perusteella voimakkaasti opettajien mielipiteitä puolesta ja vastaan. Näitä mainintoja teemoittelin alateemoiksi materiaalin hyötyihin ja haasteisiin.

### ***Positiiviset luonnehdinnat materiaalista***

DragonBoxin hyödyksi nousivat vastauksissa materiaalin innostavuus ja motivaatiotekijät. Vastaajista kolme mainitsi, että matematiikasta on tullut materiaalin käytön myötä oppilaiden lempiaine koulussa. Materiaalia luonnehdittiin positiivisilla ilmauksilla motivoivaksi, innostavaksi, konkreettiseksi, monipuoliseksi ja kannustavaksi. Materiaalin sisältämää pelillisyyttä kuvailtiin motivoivaksi viisi kertaa. Innostavuus keräsi yhdeksän

mainintaa. Konkreettisuus kuusi ja monipuolisuus viisi mainintaa. Lisäksi materiaalia luonnehdittiin kolme kertaa hauskaksi ja kolme kertaa mielenkiintoiseksi. Materiaalia kuvailtiin kannustavaksi yhdessä vastauksessa. Konkreettisuuden ja monipuolisuuden osalta kvantifioinnissa on huomioitu ainoastaan sellaiset materiaaliin liittyvät maininnat, jotka eivät käsitelleet lukukäsitteen rakentumista. Niitä olen käsitellyt lukukäsitteen yhteydessä. Eräs vastaaja tiivisti materiaalin hyvät puolet seuraavalla tavalla:

*"Innostava, hauska, mielenkiintoinen, konkreettinen, hitaasti etenevä, paljon soveltavia tehtäviä heti alusta alkaen, pelillistetty, monipuolinen, itseohjautuva, itsetarkistava, parasta, mitä matikalle on tapahtunut 20 vuoteen! (Vastaaja 13)*

Toisen vastaajan mukaan materiaali on tarjonnut uutta näkökulmaa matematiikan opetukseen myös opettajalle:

*"Materiaali on innostavampi sekä oppilaille että opettajalle, materiaali on kokonaisvaltainen, materiaali tarjoaa paljon toiminnallisuutta ja konkretiaa, tarjoaa opettajalle valmiin paketin, oppilaat oppivat syvällisemmin matikkaa, opettajan matematiikan opetustaidot kehittyvät. Ensimmäistä kertaa urallani olin tyytyväinen matikan materiaaliin." (Vastaaja 14)*

Materiaaliin liittyvät positiiviset luonnehdinnat olivat usein monisanaisia, ja niistä oli luettavissa vastaajien innostus materiaalia kohtaan. DragonBoxin hyöty onkin selkeästi siinä, että se voi tarjota innostavan ja motivoivan ympäristön matematiikan oppimiselle. Materiaalin toimivuus liittyyneen pitkälti juuri pelillisten elementtien varaan.

### ***Materiaalin haasteet***

Huonoiksi puoliksi nostettiin materiaalin monimutkaisuus kolme sekä sekavuus viisi mainintaa. Erään vastaajan mukaan materiaali toimi parhaiten ensimmäisellä luokalla, mutta toisella ja kolmannella luokalla materiaalin sekavuus ja tarina eivät enää tukeneet matematiikan opiskelua:

*"1 luokalla huippumateriaali, 2:n syksy vielä Ok, mutta kevät sekavampi, 3 lk en pitänyt lainkaan ja käytiinkin aktiivisesti rinnalla jo toista sarjaa, koska neliöjengin seikkailu oli jo aika kaukana oppimistavoitteista. Meinas tulla kiire ehtiä oikeaa asiaa..." (Vastaaja 17)*

Toisen vastaajan mukaan materiaali soveltuu parhaiten taitavalle ryhmälle. Heikommille oppilaille materiaalin sekavuus ja tehtävätyyppien vaihtuminen aiheuttavat vaikeuksia:

*"Taitavalle ryhmälle varmasti hyövä, innostava ja ongelmanratkaisutaitoja kehittävä materiaali. Heikolle ryhmälle aivan liian sekava, jatkuvasti muuttuvat tehtävätyypit sekoittavat. Olen*



*pääasiassa opettanut koko toisen vuoden toiminnallisesti ja muilla materiaaleilla. DragonBox on toiminut lähinnä lisämateriaalina. Kertolaskuihin pitäisi olla sovelluksessa ehdottomasti erillinen drillausosio. En valitsisi tätä materiaalia uudestaan. Edes kiva ekaluokan tarina, sovellus ja hahmot eivät korjaa materiaalin puutteita ja sekavuutta. ”(Vastaja 21)*

Opetusmateriaalin pedagoginen laatu on yksi Opetushallituksen verkko-opetusmateriaaleille asettamista laatukriteereistä. Tärkeää on, että oppija pystyy helposti ja motivoivasti työskentelemään opittavan ilmiön parissa, eikä hän joudu työskentelemään pedagogisesti toisarvoisten ongelmien parissa. (Opetushallitus, 2005, 15.) Vaikeasta tehtävätyypistä johtuvat ongelmat ovat juurikin sellaisia pulmia, jotka eivät palvele parhaalla mahdollisella tavalla palvele matematiikan sisällön oppimista ja ovat oppimisen kannalta epäoleellisia.

## 6. POHDINTA

Tutkielmani tavoitteena oli selvittää, mitä uutta pelilähtöisyys on tuonut matematiikan opetukseen ja millaisia vaikutuksia sillä on opettajien mielestä matematiikan opetukselle ja oppimiselle. Tutkimuskysymyksenä oli:

1. *Millaisia vaikutuksia pelilähtöisellä opetuksella on opettajien näkökulmasta matematiikan opetukselle ja oppimiselle?*
2. *Mitä lukukäsitteen rakentumiselle tuo pelilähtöisyys?*

Käyn seuraavaksi läpi tutkimuksen tuloksia tutkimuskysymyksittäin kurssiiviotsikoiden alla. Ensimmäisenä tarkastelen ensimmäisen tutkimuskysymyksen tuloksia ja lopuksi toisen tutkimuskysymyksen tuloksia.

### 6.1 Tutkimustulosten tarkastelu ja johtopäätökset

#### *Pelilähtöinen opetus ja pedagogiikka DragonBoxissa*

Käsittelin teoriaosuudessa matematiikan oppimateriaalia ja siellä nostin esiin oppikirjojen vahvan roolin matematiikan opetuksessa. Myös aineistosta nousi esiin opettajien toive runsaammista tehtäväkirjan tehtävämääristä. Tämä saattaa johtua siitä, että oppikirjalähtöinen opetus on perustunut juuri runsaisiin kirjan tehtävämääriin. DragonBox materiaalissa tehtävämäärä on muihin oppikirjoihin verrattuna huomattavasti vähäisempi luultavasti siitä syystä, että tehtäviä on tarkoitus tehdä tableteilla. Toisaalta tehtäväkirjan vähäisissä tehtävämäärissä ei ole huomioitu sitä, että tabletit eivät aina toimi. Silloin tehtäväkirja ei tarjoa riittävästi toistoa taitojen harjoitteluun. Teoriaosuudessa esiin nousi myös matematiikan oppikirjojen mekaanisten tehtävien ongelmat. Matematiikan oppikirjojen ongelma on ollut se, että ne suosivat toistoon perustuvaa toimintaa, eivätkä siten kehittä soveltamista tai ongelmanratkaisua (Haapasalo, 2011, 216). DragonBoxin oppikirjoissa toistettavuutta on karsittu runsaasti, mutta toisaalta tehtävätyypit ovat hyvin perinteisiä, eivätkä siten poikkea perinteisistä oppikirjasarjoista. Osa tehtäväkirjan tehtävistä on sellaisia, että niissä on aliarvioitu oppilaan matemaattiset

taidot ja tehtävät on jo pitkälle valmiiksi täytetty oppilaan puolesta. Aineistosta nousi esiin myös, että osa kirjan tehtävätyypeistä on puolestaan liian monimutkaisia, eivätkä opettajat itsekään ole ymmärtäneet tehtävän logiikkaa.

Aineistosta nousi myös esille, että oppikirjapainotteinen tuntimalli ei sellaisenaan toimi DragonBoxin materiaalia käytettäessä. Oppikirjoihin nojaavan opetuksen tuntirakenne ja pedagogiset valinnat ovat erilaisia, kuin digimateriaaleihin ja peleihin perustuvan opetuksen. Tai ainakin olisi syytä olla. DragonBoxin käyttö saattaakin vaatia opettajalta uudenlaisen pedagogisen otteen omaksumista ja DragonBoxin omaan menetelmään sitoutumista. Olisikin tarpeellista selvittää, millä tavalla luokanopettajat käyttävät DragonBoxin materiaaleja, millaisia didaktisia valintoja he tekevät ja millaista pedagogiikkaa toteuttavat. Karvonen ym. (2017) nostavatkin esille, että oppimateriaaleihin liittyvää tutkimusta tarvitaan syvällisemmän ja monipuolisemman tiedon saamiseksi niiden tarjoamista resursseista ja puutteista. Tärkeää olisi myös selvittää millä tavoin opettajat hyödyntävät näitä resursseja opetus-oppimisprosessin eri vaiheissa. Tämä tieto auttaisi kehittämään myös opettajankoulutusta siten, että tulevat opettajat saisivat paremmat valmiudet käyttää erilaisia oppimateriaaleja tavoilla, jotka edistävät oppilaiden oppimista. (Karvonen, Tainio & Routarinne, 2017, 51.) Teknologia lisää vielä entisestään opetusmateriaalien tutkimisen tarpeellisuutta, kun oppimiseen avautuu uudenlaisia mahdollisuuksia. Opetuksen digitalisoituessa opettajan pedagoginen vastuu opetusta koskevista valinnoista kuitenkin korostuu entisestään. Opettaja luo edelleen pedagogisen viitekehyksen, jossa määritellään tavoitteet sekä aikaan ja paikkaan liittyvät tekijät (Koskinen ym., 2014, 33).

DragonBoxin materiaalissa matematiikan opiskelu rakentuu pitkälle tablettien varaan. Tablettien hyöty liittyi aineiston perusteella vahvimmin siihen, että ne motivoivat ja mahdollistavat matematiikan opettamisen eriyttämisen. Haasteena on laitteiden käytön tekniset haasteet ja tablettien lyhyt käyttöikä. Digimateriaalien käyttöön liittyy kirjatyöskentelyä enemmän teknisiä haasteita, joita opettajan on ratkottava, ja jotka vaikuttavat materiaalin käytettävyyteen.

## *Oppimistapahtuman räätälöinti DragonBoxissa*

Pelillisten materiaalien ja oppimispelien yksi suurimmista odotusarvoista liittyy teoriaosuudessa esiin nousseeseen oppimistapahtuman yksilöllistämiseen. Aineiston perusteella DragonBoxin digitehtävien ja pelien avulla oppilas pystyy ainakin jossain määrin etenemään omaan tahtiinsa ja opettajalle jää aikaa auttaa hitaampia oppilaita. Toisaalta materiaali ei itsessään eriytä tai vaikeuta tehtäviä oppilaan osaamistason mukaan tai ohjaa oppilasta tehtävissä tarvittaessa eteenpäin. Materiaali ei myöskään mahdollista "bigdatan" eli tehtävien suoritustavan seuraamista. Tehtyjen tehtävien ratkaisuprosessista ei jää mitään näkyvää opettajalle, joten oppimisen seuraaminen voi olla kirjatyöskentelyä haastavampaa. Materiaali ei myöskään tarjoa oppilaille riittävästi mahdollisuuksia tarkastella omaa oppimis- ja ajatteluprosessiaan. DragonBoxin tarjoama palaute ei riittävästi ohjaa oppilaan matemaattista ajattelua ja anna vihjeitä siitä, mikä meni vikaan. Virheen sattuessa peli tarjoaa mekaanisesti samaa tehtävää niin kauan, kunnes oppilas valitsee oikean vastauksen. Tällainen dikotominen oikein-väärin palaute ei palvele parhaalla mahdollisella tavalla oppijaa ja perustuu ajatukseen oppimisesta tiedonsiirtona. Materiaalin staattisuus johtaa tutkimustuloksissa esiin nousseeseen klikkailuun. Tehtävien eriyttämisen, suoritustiedon keräämisen ja ohjaavan palautteen kannalta DragonBox ei ole riittävän adaptiivinen, ja tässä mielessä materiaali tuo vain vähän lisäarvoa oppimisprosessiin.

Aineiston perusteella pisteet ja palkitseminen (tähdet, timantit ja tarrat) koettiin motivoiviksi. Eräs vastaaja nosti kuitenkin esille, että niiden motivaatiovaikutus oli vähentynyt kolmannelle luokalle tultaessa. Tämä vahvistaa aikaisemmissa tutkimuksissa esiin nousseita tuloksia siitä, että pelaamisen positiiviset vaikutukset eivät välttämättä ole kovin pitkäaikaisia. Tämä saattaa johtua siitä, että pelaamisen uutuudenviehätys hiipuu alun innostuksen myötä (Hamari ym. 2014, 3028). Pelillisten materiaalien palkitsemisjärjestelmät, kuten pisteet, tarrat ja sijoitustaulukot perustuvat ulkoiseen motivointiin (Ke 2008). Lee & Hammer (2011) toteavat, että opetuksen pelillistämisen haasteena voi olla se, että se oppilaat kokevat oppimisen olevan riippuvaista ulkoisista palkinnoista (Lee & Hammer 2011.) Liiallinen vertailu tai kilpailullisuus pisteiden keräämisessä saattaa johtaa vastauksissa esiin nousseeseen klikkailemiseen ja

kiirehtimiseen eteenpäin. Erityisesti jos tämä yhdistyy matemaattista nopeutta arvostavaan toimintakulttuuriin. Matematiikan opetuksessa on perinteisesti arvostettu ratkaisunopeutta ja sillä on mitattu kyvykkyyttä ja onnistumista (Boaler, 2014, 473). 1.- 2. luokkalaisen oppilaan kehitysvaiheeseen kuuluu vahvasti kilpailullisuus. 7-9-vuotias lapsi harjoittelee vielä pelien sääntöjä ja häviämistä. Tämän ikäinen lapsi pyrkii olemaan paras kaikessa (Mannerheimin lastensuojeluliitto.) Tämä saattaa johtaa siihen, että tehtävissä kiirehditään eteenpäin ajattelematta tehtävän ratkaisua sen enempää. Materiaalia käyttävän opettajan on varmasti järkevää miettiä, mitä tarkoitusta varten tähtiä ja timantteja kerätään ja kuinka ne voisivat palvella parhaalla tavalla oppimista.

### ***Tarinallisuus DragonBoxissa***

Aineiston perusteella juuri tarinallisuus erityisesti 1. luokan materiaalissa on onnistunut ja oppilaat innostuvat matematiikan opiskelusta sen kautta. Toisaalta 2. ja 3. luokan tarinoita ei koettu enää niin innostaviksi. Tarina, joka ei motivoi oppilasta saattaakin kääntyä itseään vastaan. Tarinat luovat hyvän kontekstin eri oppiaineiden integroinnille.

Tarinallisuus ei sinänsä vaadi pelilähtöistä oppimisympäristöä, eikä ole siitä riippuvainen. DragonBoxissa hahmot on kuitenkin voitu tuoda muita oppimateriaaleja keskeisempään rooliin, kun oppilaat työskentelevät niiden parissa eri tavoin. Uskon, että oppilaiden motivoituminen DragonBoxista johtuu pitkälle juuri tarinoista ja hahmoista.

### ***Multimodaalisuus DragonBoxissa***

Teoriaosuudessa nousi esille, että pelillisten materiaalien multimodaalisuuden, kuten äänimaailman, grafiikan ja liikkeen tavoitteena on vangita käyttäjän huomio (Rauste-Von Wright ym. 2003, 62, 109) sekä stimuloida palkitsemisjärjestelmiä ja edistää dopamiinin tuotantoa (Järvilehto 2014, 136). DragonBox materiaalissa hyödynnetään multimodaalisuutta esimerkiksi matematiikkalaboratorioissa ja peleissä äänien, grafiikan ja liikkeen avulla. Aineiston perusteella materiaali kehittää opettajien mielestä oppilaiden monilukutaitoa, kun asioita opiskellaan monipuolisesti eri aistikanavia hyödyntäen.

Toisaalta multimodaalisuus ja muut kilpailevat häiriötekijät voivat vaikeuttaa erityisesti visuaalisen hahmottamisen ja keskittymisen pulmista kärsivien opiskelua, kun huomio hajaantuu kilpaileviin tekijöihin digitaalisessa ympäristössä. Esimerkiksi DragonBoxin materiaalin rikas multimodaalisuus, kuten äänimaailma, värit ja liike saattavat ohjata oppilaan huomiota oppimisen kannalta epäoleellisiin asioihin. DragonBoxin kaltaisten pelilähtöisten oppimisympäristöjen ongelmana saattaakin olla tarkkaavuuden liiallinen hajaantuminen tai keskittyminen oppimisen kannalta epäolennaisiin asioihin. Opetusmateriaalin multimodaalisuus voi lisätä oppijan kiinnostusta opittavaa asiaa kohtaan, mutta sen käytön on oltava tarkoituksenmukaista. Lisäksi pelin kautta opiskeltavan sisällön on tuettava oppilaan kokemusmaailmaa ja hänen on ymmärrettävä, mikä on oppimisen kannalta oleellista sisältöä. Rauste-Von Wright ym. (2003) toteavatkin, että mitä paremmin oppija ymmärtää jonkin tapahtuman, sitä kehittyneempi on sitä koskeva skeema. Silloin oppija pystyy poimimaan valikoivasti oppimisen kannalta oleellista informaatiota ja jättää epäolennaisen poimimatta. On vaikea keskittyä sellaiseen, jota ei ymmärrä. (Rauste-Von Wright ym., 2003, 62, 111.) DragonBoxia käytettäessä oppilaan huomiosta kilpailee oman peliympäristön lisäksi muut luokkatilanteen häiriötekijät. Mikäli oppilaat vielä käyttävät tabletteja ilman kuulokkeita syntyy ääniärsyksiä useasta eri suunnasta, mikä saattaa entisestään vaikeuttaa tarkkaavuuden kiinnittämistä omiin tehtäviin. Rauste-Von Wright ym. (2003) mukaan onnistunut oppimisympäristö tarjoaa oppilaalle optimaalisen aktivaatiotason, jolloin oppilaan edellytykset käyttää valikoivaa tarkkaavaisuuttaan ”työvälineenä” ovat parhaimmillaan. Ihmisen kyky säilöä pitkäkestoiseen muistiin informaatiota onkin lähes rajaton, mutta voimme taltioida muistiin kerralla vain rajatun määrän tietoa kerrallaan. (Rauste-Von Wright ym., 2003, 62, 107.) Opetusmateriaalivalmistajien tulisikin huomioida ihmisen tiedonkäsittelykykyyn liittyvät rajoitukset.

Monilukutaidon kannalta ongelmallista on erityisesti se, että tuntoaisti on aliedustettuna matematiikan opiskelussa. Aineiston perusteella DragonBox ei huomioi riittävällä tasolla taktiilisen kielen, eli toimintamateriaalien merkitystä matematiikan oppimisessa. Tätä käsittelen vielä seuraavaksi lukukäsitteen yhteydessä.

## *Lukukäsitteen rakentuminen DragonBoxissa*

Aineiston perusteella pelilähtöinen oppimisympäristö voi mahdollistaa lukujen tutkimisen uudentlaisilla tavoilla digitaalisesti. Lukukäsite rakentuu DragonBoxin materiaalissa vahvasti noomien ympärille. Vastaajat kokivat noomien käytön motivoivaksi ja toimivaksi tavaksi esittää lukuja. Erityisesti opettajat nostivat lukujen erilaiset esitysmuodot ja niiden monipuolisuuden materiaalissa. Sovellusten kautta oppilas saa paljon toistoa lukumäärän, numerosymbolin ja lukusanan eri muodossa. Lisäarvoa oppimiseen tuo se, että joissakin tehtävissä sovellus sanoittaa oppilaalle lukumääriä. Tätä kautta lukumäärän, numerosymbolin ja lukusanan välinen yhteys vahvistuu.

Tulosten perusteella opettajat kokivat, että noomit olivat hyödyllisiä lukukäsitteen kehittymisen kannalta. Niiden suurin arvo oli niiden innostavuus ja luvun käsittelyn monipuolisuus. Toisaalta noomien käyttöön liittyi myös haasteita. Osa oppilaista ei yhdistänyt noomeja lukumääriin, vaan piti niitä pelkkinä hahmoina. Mikäli noomit eivät yhdisty oppilaan mielessä lukuihin ja lukumääriin, saattaa niillä operointi jäädä matemaattisesta sisällöstä irralliseksi puuhasteluksi.

Noomeja luonnehdittiin hieman ristiriitaisesti sekä konkreettisiksi, että abstrakteiksi. Osa nosti esille sen, että noomien kautta luvuista tulee aiempaa konkreettisempia, kun niitä voidaan tutkia tableteilla monin tavoin. Toisaalta esille nousi huoli siitä, että ymmärrys jää liian abstraktille tasolle tabletilla työskenneltäessä. DragonBox materiaaliin kuuluvat noomisauvat ovatkin tärkeä lisä tableteilla työskentelyn ja tehtäväkirjojen rinnalla. Toisaalta, kuten aineistossa nousi esille, toimintavälineiden tulisi olla monipuolisempia, kuin pelkät noomisauvat. Ne eivät yksistään riitä toimintavälineiksi. Lisäksi noomisauvat ovat toimintavälineinä abstraktiotasoltaan melko korkealla ja toiminnallisuutta on syytä lähteä rakentamaan oppilaalle konkreettisempien välineiden avulla. Opettajan pedagogiikalla ja didaktisilla valinnoilla onkin iso rooli, jotta opetuksessa hyödynnetään toiminnallisuutta ja matematiikkavälineitä ennen kuin lähdetään työskentelemään abstraktimmalla matemaattisella tasolla lukujen avulla.

## 6.2 Luotettavuus

Tutkimusprosessia arvioidaan sen luotettavuuden perusteella. Tutkimusprosessin luotettavuuden kannalta oleellista on se, että tutkijan käsitteellistäminen ja tutkijan tekemät tulkinnat vastaavat tutkittavan käsityksiä (Eskola & Suoranta, 2005, 210–211).

Analyysissä ongelmallista oli se, että vastaukset olivat melko suoraviivaisia, toteavia ja lyhyitä, siksi niistä ei aina voinut tehdä kovin pitkälle meneviä päätelmiä niistä syistä, joista vastaus johtuu. Päätelmät, joita vastausten perusteella tein perustuivat teoriaan ja DragonBox materiaalista tekemiini havaintoihin. Kyselylomaketta käyttäessä vastaajilta ei voi kysyä tarkentavia kysymyksiä vastauksiin liittyen. Tämä voi lisätä väärintulkinnan mahdollisuutta.

Jaoin kyselylomakkeen ensin Alakoulun Aarreaittaan, josta sain yhdeksän vastaajaa, sitten DragonBoxin omille Facebook- sivuille, joista sain kuusi vastaajaa. Loput vastaajat löysin lähestymällä sellaisia ihmisiä, jotka olivat aiemmin osallistuneet Alakoulun Aarreaitassa DragonBox- aiheisiin keskusteluketjuihin. Vastauksista oli selkeästi havaittavissa, että materiaali jakaa mielipiteitä voimakkaasti puolesta ja vastaan. Jakaessani kyselypyyntöjä, sain muutamia viestejä, joissa kerrottiin, että vastaajat ovat vaihtaneet toiseen materiaaliin tai vaihtamassa, eivätkä siksi kokeneet olevansa ”oikeita ihmisiä” vastaamaan kyselyyn. Tämän perusteella päättelin, että kyselyyn saattoi vastata hieman enemmän materiaaliin positiivisesti suhtautuvia opettajia. Lisäksi tiedostin, että erityisesti DragonBoxin oman ryhmän kautta vastaajiksi saattoi valikoitua enemmän sellaisia opettajia, jotka kokevat materiaalin erityisen toimivaksi. Facebookin DragonBox- ryhmä on DragonBoxin oma ryhmä, jossa opettajat voivat jakaa matematiikan opetukseen liittyviä ideoita. Siksi päättelin, että ryhmässä on enimmäkseen aktiivisesti DragonBoxia käyttäviä opettajia. Vastaajat nostivat kuitenkin kriittisesti sekä materiaalin hyviä että huonoja puolia esille.

Pyrin minimoimaan omien käsitysteni vaikutuksen laatiessani kyselylomaketta ja analysoidessani kyselyn vastauksia. En ole itse käyttänyt DragonBoxia ja siten muodostanut käyttökokemuksiin perustuvaa mielipidettä materiaalista. Olen pyrkinyt nostamaan analyysissäni sekä DragonBox materiaalin hyviä puolia, mutta myös sen puutteita puolueettomasti. Yksi luotettavuuteen liittyvistä seikoista onkin se, pyrkiikö tutkija ymmärtämään ja kuulemaan tiedonantajia itsenään vai suodattuuko tiedonantajan



kertomus tutkijan oman kehyksen läpi (Tuomi & Sarajarvi, 2018, 136). Tutkijan omat käsitykset tutkittavasta aiheesta siivilöityvät hänen henkilökohtaisen maailmankuvansa kautta. Laadullisen tutkimuksen perustana on tutkijan avoin subjektiviteetti ja sen myöntäminen, että tutkija on tutkimuksessa keskeinen tutkimusväline. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pääasiallinen luotettavuuden kriteeri onkin tutkija itse ja luotettavuuden arvioinnin kohteena tutkina tutkimuksessa tekemät teot, valinnat ja ratkaisut. (Eskola & Suoranta, 2005, 210.) Näitä valintojani olen pyrkinyt tuomaan esiin analysoinnin yhteydessä, jotta tuloksiin vaikuttavat tekijät olisivat lukijan tiedossa. Tutkija ei voi koskaan lähteä tutkimaan aihetta täysin ”puhtaalta pöydältä”, eli arvovapaasti, vaan tutkittavaan aiheeseen liittyy aina uskomuksia, ennakkokäsityksiä ja oletuksia. Metsämuuronen (2008) kuitenkin nostaa esiin ongelmallisuuden tutkijan voimakkaiden ennakkokäsitysten vaikutuksesta tutkittavaan asiaan. Subjektiiivisten ennakkokäsitysten ei tulisi muuttaa sitä aineistoa, jota ollaan käsittelemässä. (Metsämuuronen 2008, 47.) Eri tutkijat voivat tehdä samastakin aineistosta täysin erilaisia tulkintoja ja kummatkin voivat olla yhtä päteviä. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston tulkinta on prosessi, jossa luodaan merkityksiä tutkittavasta aiheesta. Luodut merkitykset ovat riippuvaisia kontekstista ja tulkitsijasta. Merkitys on siis kontekstikohtainen. (Schreier, 2012, 21–22.) Samoin tutkimusraportti on luetun, havaitun, luullun, kuvitellun, pohditun, muistetun, haaveillun-yhteenliittymä. Se ei kuvaile enää suoraviivaisesti tutkittua todellisuutta, vaan luo omalakisien kontekstuaalisen todellisuuden. (Eskola & Suoranta 2005, 219.)

Tutkimuksen luotettavuutta lisää se, että tutkimuksen päättelyketju vaiheineen on kuvattu niin yksiselitteisesti, että toinen tutkija voi tehdä samat tulkinnot aineistosta. (Eskola & Suoranta, 2005, 212–217.) Tutkimusraportissa esitetäänkin yleensä teemojen käsittelyn yhteydessä katkelmia aineistosta eli sitaatteja. Niiden tarkoituksena on havainnollistaa teemoittelua ja samalla tarjota lukijalle jälkiä siitä, mihin tutkija teemoittelunsa pohjaa (Juhila 2022b). Tutkielmassani pyrin juuri näiden aineistoesimerkkien kautta tekemään näkyväksi sitä, mihin päätelmäni perustuvat.

### 6.3 Lopuksi

Tämä tutkielma antoi itselleni paljon lisää ymmärrystä siitä, millaista lisäarvoa pelillisyyden voi tuoda opetukseen ja toisaalta millaisia haasteita siihen liittyy. Ymmärrän aiempaa paremmin konkreettisuuden ja toimintavälineiden, sekä ymmärrykseen tähtäävän matematiikan opetuksen merkitystä. Näen, että pelilähtöisissä ja digitaalisissa oppimisympäristöissä on paljon mahdollisuuksia muuttaa oppimisprosessia aiempaa motivoivammaksi ja oppijan tarpeisiin soveltuvaksi. Lisäksi sovellusten keräämä oppimisanalytiikka voi auttaa opettajaa suunnittelemaan opetusta oppijan tarpeisiin. DragonBox materiaali ei vielä kuitenkaan täytä sitä potentiaalia, jota pelillistetyt oppimisympäristöt voivat parhaimmillaan tulevaisuudessa mahdollistaa.

## LÄHTEET

- Adachi, P. J. C. & Willoughby, T. (2011). The effect of video game competition and violence on aggressive behavior: which characteristic has the greatest influence? *American Psychological Association*, 1(4), 259–274. <https://doi.org/10.1037/a0024908>
- Aunio, P. & Räsänen, P. (2015). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684–704.  
<https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>
- Aunio, P. & Räsänen, P. (2004). Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen, *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s. 198–221). Niilo Mäki Instituutti.
- Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. Niilo Mäki Instituutti. *NMI-Bulletin*, 18(2008), 63–74. [https://bulletin.nmi.fi/wp-content/uploads/2016/09/aunio4\\_2008.pdf](https://bulletin.nmi.fi/wp-content/uploads/2016/09/aunio4_2008.pdf)
- Aunola, K. & Nurmi, J.-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluiässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 54–69). Niilo Mäki Instituutti.
- Aurava, R. (2018). Peli ja leikki kansallisessa opetussuunnitelmassa. *Pelitutkimuksen vuosikirja 2018*. <https://www.pelitutkimus.fi/vuosikirja2018/ptvk2018.pdf>
- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A. & Kebritchi, M. (2012). Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 993–1003. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01269.x>
- Berteletti, I. & Booth, J.-R. (2015). Perceiving fingers in single-digit arithmetic problems. *Frontiers in psychology*, 6(266).  
[https://www.researchgate.net/publication/273692772\\_Perceiving\\_fingers\\_in\\_single-digit\\_arithmetic\\_problems](https://www.researchgate.net/publication/273692772_Perceiving_fingers_in_single-digit_arithmetic_problems)
- Boaler, J. (2014). Research suggest timed tests cause math anxiety. *Teaching children mathematics*, 20(8), 469–474. <https://asdn.org/wp-content/uploads/tcm2014-04-469a.pdf>

- Cameron, J., Pierce, W. D. , Banko, K. M. & Gear, A. (2005). Achievement-based rewards and intrinsic motivation: a test of cognitive mediators. *Journal of educational psychology. American psychological association*, 97(4), 641– 655.
- Cameron, J. & Pierce, W.D. (1996) The debate about rewards and intrinsic motivation: protests and accusations do not alter the results. : American Educational Research Association. *Review of educational research*, 66(1), 39-51.
- Case, R. & Okamoto, Y. (1996). Exploring the microstructure of children`s central conceptual structures in the domain of number. Teoksessa R. Case & Y. Okamoto (toim.), *The role of central conceptual structures in the development of children's thought*. Monographs of the Society for Research in Child Development, 61(1-2), 246.
- Clark, D., Tanner-Smith, E., & Killingsworth, S. (2015). Digital games, design and learning: a systematic review and meta-analysis (executive summary). *Psychology: Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Deci, E. L., Koestner, R & Ryan, R.M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*. 125(6), 627–668.
- Dehaene, S. (1997). *The number senses. How the mind creates mathematics*. Oxford University press.
- Deterding, S, Dixon, D, Khaled, R & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining "gamification"* . Conference Paper.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: a systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3).
- Divjak, B & Tomić, D. (2011). The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics - Literature review. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 35(1), 15-30.  
[https://www.researchgate.net/publication/286615836\\_The\\_impact\\_of\\_game-based\\_learning\\_on\\_the\\_achievement\\_of\\_learning\\_goals\\_and\\_motivation\\_for\\_learning\\_mathematics\\_-\\_Literature\\_review](https://www.researchgate.net/publication/286615836_The_impact_of_game-based_learning_on_the_achievement_of_learning_goals_and_motivation_for_learning_mathematics_-_Literature_review)
- Ermi, L., Heliö, S. & Mäyrä, F. (2004). *Pelien voima ja pelaamisen hallinta: Lapset ja nuoret pelikulttuurien toimijoina*. Tampereen yliopiston hypermedialaboratorio.  
<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/65503>

- Eskola, J. & Suoranta, J. (2005). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.
- Fernández, D., Koivistoinen, J., Kurhila, A., Luoma, M. & Salokangas, H. Oppimisen personointi. (2017). Teoksessa V. Heilala, A-L. Juurinen, M. Luoma, M. Nalimo-va, D. Fernández, J. Heine, , M. Hildén, V. Häkkinen, P. Kiuru, J. Koivistoinen, A. Kurhila, T. Laakkonen, T. Laiho, J. Liukkonen, M. Marjamaa, L. Meyer-Arnold, K. Pätsi, H. Salokangas, T. Seppälä, J. Tikkanen, T. Airaksinen, I. Halinen & H. Linturi. *Dare 2030. Oppimisen tulevaisuuksissa*. Delfoi-tutkimuksia. [https://www.academia.edu/42257391/DARE\\_2030\\_-OPPIMISEN\\_TULEVAISUUKSISSA](https://www.academia.edu/42257391/DARE_2030_-OPPIMISEN_TULEVAISUUKSISSA)
- Friman, U. (2015). Sukupuolittuneen pelikulttuurin tutkimuksen lähtökohdat. Teoksessa R. Koskimaa, J. Suominen, F. Mäyrä, T. Harviainen, U. Friman, J. Arjoranta (toim.), *Pelitutkimuksen vuosikirja 2015*. <https://www.pelitutkimus.fi/vuosikirja-2015>
- Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. Teoksessa D.A Grouws (toim.) *Handbook of reseach on Mathematics Teaching and learning. A project of the national council of teachers of mathematics* (s. 243–275). Macmillan publishing.
- Fülöp, M. (2009). Happy and Unhappy Competitors: What Makes the Difference?, *Psychological topics*, 18 (2), 345–367. [https://www.researchgate.net/publication/43170675\\_Happy\\_and\\_Unhappy\\_Competitors\\_What\\_Makes\\_the\\_Difference](https://www.researchgate.net/publication/43170675_Happy_and_Unhappy_Competitors_What_Makes_the_Difference)
- Gee, J-M. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Technology Pedagogy and Education* 1(1):20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>
- González, F., Saux, G. & Burin, D. (2019) The decorative images' seductive effect in e-learning depends on attentional inhibition. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3). <https://doi.org/10.14742/ajet.4577>
- Griesemer, J. (24.1.2011). Definition: Game Mechanics. *Rewarding Play*- blogi. <https://rewardingplay.com/2011/01/24/definition-game-mechanics/>
- Haapasalo, L. (2004). Pitääkö ymmärtää voidakseen tehdä vai pitääkö tehdä voidakseen ymmärtää? Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, P. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s. 50–83). Niilo Mäki Instituutti.
- Haapasalo, L. (2011). *Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu*. 8. painos. Medusa.

- Habgood, M. P. J., & Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169–206. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508029>
- Hamari, J. (2015). Gamification: motivations & effects. [Väitöskirja, Aalto yliopisto]. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15037/isbn9789526060569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *In proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, tammikuu 2014, Hawaji. [https://www.researchgate.net/publication/256743509\\_Does\\_Gamification\\_Work\\_-\\_A\\_Literature\\_Review\\_of\\_Empirical\\_Studies\\_on\\_Gamification](https://www.researchgate.net/publication/256743509_Does_Gamification_Work_-_A_Literature_Review_of_Empirical_Studies_on_Gamification)
- Hannula, M. & Lepola, J. (2006). Matemaattisten taitojen kehittyminen esi- ja alkuopetuksen aikana: Mitkä tekijät ennakoivat aritmeettisten taitojen kehitystä? Teoksessa J. Lepola & M. M. Hannula (toim.), *Kohti koulua. Kielellisten, matemaattisten ja motivationaalisten valmiuksien kehitys* (s. 129–149). Kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisusarja A:205. Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos.
- Hannula-Sormunen, M., Mattinen, A., Räsänen, P. & Ruusuvirta, T. (2018). Varhaisten matemaattisten taitojen perusta: synnynnäiset valmiudet, tietoinen toiminta ja vuorovaikutus. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 158–183). Niilo Mäki Instituutti.
- Hannula-Sormunen, M., Räsänen, P. & Lehtinen, E. Development of Counting Skills: Role of Spontaneous Focusing on Numerosity and Subitizing-Based Enumeration. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(1), 51–57. [https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0901\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0901_4)
- Hanus, M-D. & Fox, J. (2014). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Harviainen, J.T., Meriläinen, M. & Tossavainen, T. (2014). Pelikasvattajan käsikirja. <https://pelikasvatus.fi/pelikasvattajankasikirja.pdf>

- Heikintalo, T. & Keskinen, S. (2005). Kilpailu koulussa kuudesluokkalaisten ja lukiolaisten kokemana. Teoksessa S. Keskinen (toim.), *Valta, kilpailu ja kiusaaminen opettajan työssä*. OKKA-säätiö.
- Hershkowitz, R., Schwarz, B. & Dreyfus, T. (2001). Abstraction in Context: Epistemic Actions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 195–222.  
<https://doi.org/10.2307/749673>
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. Teoksessa J. Hiebert (toim.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (s. 1–27). Lawrence Erlbaum.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita*. (13. painos). Tammi.
- Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M & Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114 (1).  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106575>
- Hussain, T. & Coleman, S. (toim.). (2015). *Design and Development of training games. Practical guidelines from a Multidisciplinary Perspective*. Cambridge University Press.
- Hästö, P., Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M. & Hähkiöniemi, M. 2021. Mitä joustavuus on? Joustavuus ja lukukäsite. Jouheva joustavuus matematiikassa podcast.  
<https://www.podplay.com/fi-fi/podcasts/jouheva-joustavuus-matematiikassa-856763>
- Joutsenlahti, J. & Kulju, P. 2017. Multimodal Languaging as a Pedagogical Model – A Case Study of the Concept of Division in School Mathematics. *Education Sciences*, 7, (1-9).  
<https://doi.org/10.3390/educsci7010009>
- Joutsenlahti, J. & Rättyä, K. (2015). Kielentämisen käsite ainedidaktisissa tutkimuksissa. Teoksessa M. Kauppinen, M. Rautiainen & M. Tarnanen (toim.), *Ainedidaktisia tutkimuksia 8 Rajaton tulevaisuus – Kohti kokonaisvaltaista oppimista*, Ainedidaktiikan symposium Jyväskylässä 13.–14.2.2014. Jyväskylän yliopistopaino.  
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153212/Rajatontulevaisuus8.pdf?sequence=1>

- Joutsenlahti, J. & Tossavainen, T. (2018). Matemaattisen ajattelun kielentäminen ja siihen ohjaaminen koulussa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 410–430). Niilo Mäki Instituutti.
- Joutsenlahti, J & Vainiopää, J. (2010). Oppimateriaali matematiikan opetuksessa. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*, Koulutuksen seurantaraportit 2010:2 (s. 138-146). Opetushallitus.
- Juhila, K. (2022a) Koodaaminen. Teoksessa J. Vuori (toim.), *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.  
<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/koodaaminen/>
- Juhila, K. (2022b). Teemoittelu. Teoksessa J. Vuori (toim.), *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.  
<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/teemoittelu/>
- Järvilehto, L. (2014). *Hauskan oppimisen vallankumous*. PS-kustannus.
- Järvilehto, L. (2015). Opi pelaamalla. Teoksessa H. Ruuska, M. Löytönen & A. Rutanen. 2015. *LAATUA! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. Suomen tietokirjailijat ry.  
[https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua\\_oppimateriaalit\\_2015\\_korjattu\\_web.pdf](https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua_oppimateriaalit_2015_korjattu_web.pdf)
- Kaija, A. (2019). Pelien tarinankerronta. *Pelikasvattajan käsikirja 2*. Pelikasvattajien verkosto.  
<https://pelikasvatus.fi/pelikasvattajankasikirja2.pdf>
- Kajetski, T. & Salminen, M. (2018). *Matikasta moneksi. Toiminnallista matematiikkaa varhaiskasvatuksesta esiopetukseen*. Lasten keskus.
- Kallionpää, O. 2014. Mitä on uusi kirjoittaminen? Uusien mediakirjoitustaitojen merkitys. *Media & viestintä*, (37): 4, 60–78.  
<https://journal.fi/mediaviestinta/article/view/62840>



- Kangas, M. (2014). Leikillisyyttä peliin. Näkökulmia leikillisyyteen ja leikilliseen oppimiseen. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyytys ja leikillisyytys opetuksessa* (s. 73–92). Vastapaino.
- Kangas, S., Lundvall, A. & Tossavainen, T. (2009). *Digitaaliset pelit pähkinänkuoressa*. Liikenne- ja viestintäministeriö 2009. Lasten ja nuorten mediafoorumi.
- Kapp, K-M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. Implications and importance to the future of learning*. Pfeiffer Publ.
- Karvonen, U., Tainio, L. & Routarinne, S. (2017). Oppia kirjoista. Systemaattinen katsaus suomalaisten perusopetuksen oppimateriaalien tutkimukseen. *Kasvatus & Aika*, 11(4), 39–57. Saatavissa osoitteessa:  
<https://journal.fi/kasvatusjaaika/article/view/68764/30247>
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51, 1609–1620.  
<https://psycnet.apa.org/record/2008-12088-016>
- Kiili, K. (2017). Oppimispelihahmon elämää arviointimaailmassa. Teoksessa H. Savolainen, R. Vilkkonen & L. Vähäkylä (toim.). *Oppimisen tulevaisuus*. Gaudeamus.
- Kilpatrick, J. Swafford, J. & Findell, P. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9822>
- Kim, S., Song, K., Lockee, B.B. & Burton, J.K. (2018). *Gamification in Learning and Education. Enjoy Learning Like Gaming*. Springer international publishing.
- Kinnunen, R. (2018). *Miksi kertotauluun kompastuu?* 2. painos. Oppimistutkimuksen keskus (OTUK).
- Koskinen, A., Kangas, M. & Krokfors, L. (2014). Oppimispelien tutkimus pedagogisesta näkökulmasta. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas, K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyytys ja leikillisyytys opetuksessa* (s. 23–37). Vastapaino.
- Koskinen, R. (2016). Mielekäs oppiminen matematiikan opetuksen lähtökohtana. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 379.  
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/230140>.

- Krokfors, L, Kangas, M, Kopisto, K (toim.). (2014). Pedagogiset mallit ja osallistava pedagogiikka. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas, K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa* (s. 208–219). Vastapaino.
- Ku, O., Chen, S.-Y., Wu, D.-H., Lao, A.-C.-C. & Chan, T.-W. (2013). The Effects of Game-Based Learning on Mathematical Confidence and Performance: High Ability vs. Low Ability. *Educational Technology & Society*, 17(3), 65–78.
- Kuula, A. 2006. *Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys*. Vastapaino.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *Kvantifointi. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto verkkojulkaisu*. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7\\_3\\_3.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_3.html)
- Kyttälä, M. & Kanerva, K. (2018). Työmuisti ja matemaattiset taidot. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 220–239). Niilo Mäki Instituutti.
- Laitinen, M., Rantamäki, H. & Joutsenlahti, J. (2015). Puhutko matematiikkaa? Teoksessa T. Kaartinen (toim.), *Monilukutaito kaikki kaikessa* (s. 132–155). <http://urn.fi/URN:NBN:fi:uta-201510012323>
- Lakka, J. (2014). *Yhteen- ja vähennyslaskustrategioiden rakentaminen alkuopetuksen matematiikassa*. [Väitöskirja, Helsingin yliopisto]. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-9540-5>
- Lee, J.-J. & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic exchange quarterly*, 15(2), 146.
- Lehtinen, E., Lehtinen H. & Brezovszky, B. (2014). Matematiikka pelissä. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas, K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa* (s. 38–55). Vastapaino.
- Lemonidis, C. & Kaiafa, I. (2019). The Effect of Using Storytelling Strategy on Students' Performance in Fractions. *Journal of Education and Learning*, 8:2. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1210723>
- Lepik, M., Grevholm, B. & Viholainen, A. (2015). Using textbooks in the mathematics classroom- the teachers' view. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 20(3–4), 129–156.

[https://www.researchgate.net/publication/286232223\\_Using\\_textbooks\\_in\\_the\\_mathematics\\_classroom\\_-\\_the\\_teachers'\\_view](https://www.researchgate.net/publication/286232223_Using_textbooks_in_the_mathematics_classroom_-_the_teachers'_view)

Leppänen, P.H.T, Kiili, C., Hautala, J., Kannianen, L., Aro, M., Loberg, O. & Lohvansuu, K. (2017). Nettilukemisen haasteet. Teoksessa H. Savolainen, R. Vilkkonen & L. Vähäkylä (toim.), *Oppimisen tulevaisuus* (s. 80–89). Gaudeamus.

Linderoth, J. (2012). Why Gamers don't Learn More: An Ecological Approach to Games as Learning Environments. *Journal of Gaming and Virtual Worlds*, 4:1, 45–61.

Linturi, R. & Kuusi, O. (2018). Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. *Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia*. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018.

[https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj\\_1+2018.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_1+2018.pdf)

Lukimat. (2022). Laskemisen taidot:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/tietopalvelu/taitojen-kehitys/laskemisen-aidot>

Mannerheimin lastensuojeluliitto. (8.6.2020). 7–9-vuotiaan sosiaalinen kehitys.

<https://www.mll.fi/vanhemmille/lapsen-kasvu-ja-kehitys/7-9-v/7-9-vuotiaan-sosiaalinen-kehitys/>

Manninen, T. (2007). *Pelisuunnittelijan käsikirja: Ideasta eteenpäin*. Rajalla.

Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. (3. painos). International Methelp.

Mikkilä- Erdman, M.M. (2017). Digitaalisen oppimateriaalin mahdollisuudet. Teoksessa H. Savolainen, R. Vilkkonen & L. Vähäkylä (toim.), *Oppimisen tulevaisuus* (17–26). Gaudeamus.

Mononen, P., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. (2017). *Matemaattiset oppimisvaikeudet*. PS-kustannus.

Moser, J. S., Schroder, H. S., Heeter, C, Moran, T. P. & Lee, Y. H. Mind your errors: evidence for a neural mechanism linking growth mind-set to adaptive posterror adjustments. *Psychological Science*, 22(12), 1484–1489.

Näveri, L. (2018). *Matikkaa lapsen kanssa*. Elli Early learning oy.

- Opetushallitus (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Määräykset ja ohjeet 96. Opetushallitus.  
[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)
- Opetushallitus. (2005). Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Työryhmän raportti 16.12.2005.  
<http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/laatukriteerit.pdf>
- Perkkilä, P. (2002). *Opettajien matematiikkauskomukset ja matematiikan oppikirjan merkitys alkuopetuksessa*. [Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto].  
<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/42025>
- Perkkilä, P., Joutsenlahti, J. & Sarenius, V-M. (2018). Peruskoulun matematiikan oppikirjat osana oppimateriaalitutkimusta. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 344–367). Niilo Mäki Instituutti.
- Prensky, M. (2001). *Fun, play and games: What makes games engaging*. Digital Game-based Learning. McGraw-Hill.
- Rauste-Von Wright, M. & Von Wright, J. & Soini, T. (2003). *Oppiminen ja koulutus*. (9. painos). Werner Söderström.
- Ruuska, H. (2019). Digitaalisen oppimateriaalin horjuvia ensiaskelia-vanhaa, uutta ja vielä keksimätöntä. Teoksessa T. Tossavainen & M. Löytönen (toim.), *Sähköistyvä koulu. Oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. Suomen tietokirjailijat. Edita Prima.
- Saarenpää, H. (2009). *Johdatusta oppimispelien ja pelaamalla oppimisen maailmoihin*. Pelitieto: Pelien peruskurssi. <https://pelitieto.net/oppimispelit-ja-hyotypelaaminen/>
- Salminen, M. & Varama, M-T. (2014). *Heureka! Oivaltavaa matematiikkaa esi- ja alkuopetukseen*. Varga-Neményi-yhdistys.
- Sankila, T. (2015). Oppimista muuttava teknologia. Teoksessa H. Ruuska, M. Löytönen, M & A. Rutanen. *LAATUA! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. Suomen tietokirjailijat ry.  
[https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua\\_oppimateriaalit\\_2015\\_korjattu\\_web.pdf](https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua_oppimateriaalit_2015_korjattu_web.pdf)
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. SAGE.

- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Adaptive technologies. Teoksessa J. M. Spector, D. Merrill, J. van Merriënboer, & M. Driscoll (toim.), *Handbook of research on educational communications and technology*. 3.painos., (s. 277–294). Lawrence Erlbaum Associates/Taylor & Francis Group.
- Silfverberg, H. (2018). Tieto- ja viestintäteknikka matematiikan oppimisessa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 394–409). Niilo Mäki Instituutti.
- Stanford Encyclopedia of Philosophy. (2022). Abduction:  
<https://plato.stanford.edu/entries/abduction/>
- Steinbring, H. (1999). Mathematical interactions as an autopoietic system: social and epistemological interrelations. Teoksessa I. Scwank (toim.), *European Research in Mathematics Education I: Proceedings of the first conference of the European society in mathematics education*, Group 4, 387–400. Forschungsinstitut fuer mathematikdidaktik.  
<https://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/cerme1-proceedings-1-v1-0-2.pdf>
- Tang, S.-H., & Hall, V. C. (1995). The overjustification effect: a meta-analysis. *Applied cognitive psychology*, 9(5), 365–404. <https://doi.org/10.1002/acp.2350090502>
- Tapola, A. & Veermans, M. (2015). Herätä ja tue kiinnostusta ja motivaatiota. Teoksessa L. Ilomäki (toim.), *Laatua oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa*. Opetushallitus, Oppaat ja käsikirjat 2012:5. Juvenes Print. Suomen Yliopistopaino.  
[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415\\_laatua\\_e-oppimateriaaleihin\\_2.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatua_e-oppimateriaaleihin_2.pdf)
- Tossavainen, T. (2015). Tulevaisuuden oppimateriaalit. Teoksessa: H. Ruuska, M. Löytönen & A. Rutanen. 2015. *Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. Suomen tietokirjailijat ry.  
[https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua\\_oppimateriaalit\\_2015\\_korjattu\\_web.pdf](https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua_oppimateriaalit_2015_korjattu_web.pdf)
- Tossavainen, T & Hirsto, L. (2018) Tablet computers and Finnish primary and lower secondary students' motivation in mathematics. Teoksessa E. Norén, H. Palmér & A. Cooke (toim.) *NORMA 17 – Nordic research in mathematics education*. Skrifter från SMDF, nr 12. Göteborg, Svensk förening för matematikdidaktisk forskning.

- Tuohilampi, L. (2016). *Deepening mathematics related affect research into social and cultural*. [Väitöskirja, Helsingin yliopisto].  
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/160159>
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. (11. painos). Tammi.
- Tuominen, T., Hirvonen, M., Ketola, A., Pitkäsalo, E. & Isolahti, N. (2016). Katsaus multimodaalisuuteen käännytieteessä. Teoksessa: E., Pitkäsalo & N., Isolahti (toim.), *Kääntäminen, tulkkaus ja multimodaalisuus: Menetelmiä monimuotoisten viestien tutkimiseen*. (Tampere Studies in Language, Translation and Literature: B3.  
<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98951/978-952-03-0113-2.pdf?sequence=1>
- Valli, R. (2018). Aineistonkeruu kyselylomakkeella. *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valita ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. PS-kustannus: Juva.
- Valli, R. & Perkkilä, P. (2018). Teoksessa R. Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valita ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. PS-kustannus.
- Vesterinen, O. & Mylläri, J. (2014). Peleistä pelillisyyteen. Teoksessa: L. Krokfors, M. Kangas, K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa* (s. 56 – 66). Vastapaino.
- Vilka, H. (2007). *Määrällisen tutkimuksen perusteet*. Gummerus.
- Väljäärvi, J & Kupari, P. (2015). *Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? Pisa 2012 tutkimustuloksia*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75126/okm6.pdf>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Yang, D-C. & Wu, W-R. (2010). The Study of Number Sense: Realistic Activities Integrated into Third-Grade Math Classes in Taiwan. *The Journal of Educational Research*, 103, 379–392.
- Yrjänäinen, S. & Ropo, E. (2013). Narratiivisesta opetuksesta narratiiviseen oppimiseen. Teoksessa E. Ropo & M. Huttunen. *Puheenvuoroja narratiivisuudesta opetuksessa ja oppimisessa*. Tampere University Press.

[https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/95533/narratiivisesta\\_opetuksesta\\_narratiiviseen\\_oppimiseen\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/95533/narratiivisesta_opetuksesta_narratiiviseen_oppimiseen_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Yrjönsuuri, R. (1997). Matemaattisen ajattelun opettaminen ja oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka- näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Niilo Mäki instituutti & Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Ängeslevä, S. (2014). Tosielämän Minecraftaaminen. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas, K. Kopisto. *Oppiminen pelissä : pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa* (s. 118–132). Vastapaino.

### ***Tutkimuksen lähdemateriaaleina käytetyt oppimateriaalilähteet***

DB 1, DragonBox materiaalit 2022: <https://www.dragonbox.fi/fi/koulu/materiaalit> (Luettu 11.3.2022)

DB 2, DragonBox, 1.lk opettajan pikaopas. Helsinki: DragonBox Finland.

DB 3, DragonBox, 3.lk opettajan pikaopas. Helsinki: DragonBox Finland.

DB 4, DragonBox, Herätä matematiikka eloon DragonBox koulun avulla:

<https://www.dragonbox.fi/fi/koulu> (Luettu 11.3.2022)

DB 5, Tervetuloa matematiikan ihmeelliseen maailmaan, DragonBox 1. luokka.

Keskustelukirja. (2018). DragonBox Finland.

DB 6, DragonBox, 1. luokan oppimateriaalin sisältö:

<https://www.dragonbox.fi/fi/koulu/1luokka> (Luettu 29.2.2022)

DB 7, DragonBox, 2. luokan oppimateriaalin sisältö:

<https://www.dragonbox.fi/fi/koulu/2luokka> (Luettu 29.2.2022)

DB 8, DragonBox, kansainvälinen tarinamme: <https://www.dragonbox.fi/fi/tarinamme>

(Luettu 2.5.2022)

DB 9: DragonBox blogi 2019: <https://www.dragonbox.fi/fi/blogi/60-ekaluokkalaista-ja-roppakaupalla-noomeja> (Luettu 14.4.2022)

DB 10: DragonBox 1.luokka, Tehtäväkirja 1A. (2020). 3.uudistettu painos. DragonBox Finland.

# LIITTEET

## LIITE 1

# Matematiikan pelilähtöinen opetus

Hei! Olen maisterivaiheen luokanopettajaopiskelija Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksesta. Olen tekemässä pro gradu-tutkielmaani, jossa tutkin millaisia kokemuksia luokanopettajilla on DragonBox materiaalista, ja mitä lisää pelilähtöisyys on tuonut matematiikan opetukseen. Lisäksi tutkin sitä, miten lukukäsitteen rakentuminen näkyy oppimateriaalissa.

Jos siis luokassasi on tällä hetkellä käytössä tai olet käyttänyt DragonBoxia 1.-3. luokan opetuksessa, olisin kiitollinen vastauksistasi. Tutkimusmetodinani on sisällönanalyysi. Vastaaminen kestää noin 10 minuuttia. Kysely toteutetaan anonyymisti ja vastauksista poistetaan mahdolliset tunnistetiedot. Tietoja käsitellään hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti ja vastausaineisto hävitetään tutkimuksen jälkeen asianmukaisesti. Kiitos osallistumisesta!

Jenni Westman

\* Pakollinen

### 1. Opettajakokemus vuosina \*

- 1-2 vuotta
- 3-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- Enemmän kuin 10 vuotta

### 2. Kuinka monta vuotta luokassasi on ollut käytössä Dragon Boxin materiaaleja? \*

- 1-2 vuotta
- 3-4 vuotta
- 5 vuotta tai enemmän



## LIITE 1 (jatkuu)

3. Valitse mitä Dragonbox koulun materiaaleja luokassasi on/on ollut käytössä? \*

- DragonBox Koulu -sovellus
- Tehtäväkirjat
- Keskustelukirja
- Noomisauvat
- DragonBox Numbers tai DragonBox Big Numbers

4. Käytetäänkö DragonBox-materiaalin lisäksi jotain muuta materiaalia matematiikan opetuksessa? \*

- Toisen kustantajan oppikirja
- Toisen kustantajan monisteet
- Toiminnallisia välineitä

Muu

## LIITE 1 (jatkuu)

5. Valitse mielestäsi kuvaavin vaihtoehto: \*

	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Materiaalin oppimistavoitteet ovat oppilaalle selkeitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali tukee ryhmän yhteisen tiedon ja ymmärryksen rakentamista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaaliin sisältyvien pelien ja digitaalisten tehtävien antama palaute auttaa oppilasta refleктоimaan omaan oppimistaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali mahdollistaa oppilaan etenemisen omaan tahtiin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalin taustatarina innostaa matematiikan opiskeluun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali kehittää oppilaiden monilukutaitoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pisteet motivoivat tekemään tehtäviä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## LIITE 1 (jatkuu)

6. Jos vertaat DragonBox -materiaalia aikaisemmin käytössäsi olleisiin matematiikan oppimateriaaleihin, niin millaisia hyötyjä ja haasteita näet tässä materiaalissa aiempiin verrattuna?

\*

7. DragonBox materiaali sisältää pelillisiä elementtejä (esim. tarina, noomi-hahmot, pisteytys, palaute jne.) Mitä hyötyä tai haasteita nämä tuovat matematiikan oppimiseen? \*

## LIITE 1 (jatkuu)

### 8. Valitse mielestäsi kuvaavin vaihtoehto: \*

	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Materiaali vahvistaa monipuolisesti oppilaan käsitystä paikka-arvosta ja kymmenjärjestelmästä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali ohjaa käyttämään erilaisia laskustrategioita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali tukee matematiikan sisältöjen siirtymistä lapsen omaan arkeen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali vahvistaa oppilaan lukujonotaitoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali vahvistaa monipuolisesti lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin välistä yhteyttä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali kehittää oppilaan päässä laskutaitoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali antaa oppilaalle valmiuksia käyttää ja soveltaa matemaattisia taitoja joustavasti uusissa yhteyksissä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali kehittää oppilaan ongelmanratkaisutaitoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali kehittää oppilaan lukujen hajotelmien hallintaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## LIITE 1 (jatkuu)

9. Kuvaile, millä tavoin Dragonbox -materiaali mielestäsi tukee oppilaan lukukäsitteen oppimista?

\*

10. Miten oppimisen seuraaminen, arviointi ja eriyttäminen onnistuvat mielestäsi materiaalissa?

11. Tässä voit kertoa vielä omia kokemuksiasi materiaalista: