



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Informaali formatiivinen arviointi fysiikan
oppituntien eri vaiheissa

Ilari H. A. Laajala

Jyväskylän Yliopisto, Fysiikan Laitos

Pro gradu -tutkielma

ilari.h.a.laajala@student.jyu.fi

Maaliskuu 9, 2016

Ohjaajat: Pasi Nieminen

Jouni Viiri

Kiitokset

Haluan kiittää ohjaajiani Pasi Niemistä ja Jouni Viiriä kärsivällisyydestä, kannustavasta palautteesta sekä opastuksesta kasvatustieteen maailmaan. Kiitän myös avopuolisoani Mira Myllystä saamastani tuesta ja kannustuksesta.

Tiivistelmä

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että formatiivisella arvioinnilla on positiivisia vaikutuksia opettamiseen ja oppimiseen. Myös tutkiva oppiminen kasvattaa suosiotaan tieteen opetuksessa. Tässä Pro Gradu -tutkielmassa selvitettiin, kuinka informaali "on-the-fly" formatiivinen arviointi vaihtelee fysiikan eri oppitunnin vaiheissa: opettajajohtoisessa ja tutkivassa oppimisessa. Tutkimuksessa analysoitiin kahden yläkoulun opettajan ja heidän 8. luokkalaisten fysiikan oppitunneilla esiintyneitä "on-the-fly" (OTF) keskusteluja. Tutkimuksessa esitettiin kolme tutkimuskysymystä: 1) Kuinka OTF-keskustelujen määrä vaihtelee oppitunnin eri vaiheissa, 2) muuttuuko OTF-arviointi laadullisesti oppitunnin eri vaiheissa ja 3) muuttuuko opettajien kysymystyyppit OTF-arviointia sisältävissä keskusteluissa oppitunnin eri vaiheissa? ESRU-sykli (*Elicit, Student response, Recognize, Use*) ovat opettajien ja oppilaiden keskusteluissa esiintyviä rakenteita ja tällaisten rakenteiden on osoitettu parantavan oppimista. ESRU-sykli toimivat tutkimuksessa formatiivisen arvioinnin laadun mittarina. Opettajien esittämät kysymykset kategorisoitiin suljetuiksi ja avoimiksi. Tutkivan oppimisen tuntivaihe kasvatti OTF-formatiivista arviointia sisältävien keskusteluiden määrää, mutta arvioinnin laadun muutoksille ei löydetty yhteisiä tekijöitä eri tuntivaiheissa. Toisella opettajalla havaittiin selkeä muutos kysymyksissä siirryttäessä tutkivan oppimisen tuntivaiheeseen. Tutkiva oppiminen kasvatti suljettujen kysymysten määrää avointen kysymysten kustannuksella.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Formatiivinen arviointi ja vuorovaikutus	2
2.1.	Formatiivinen arviointi.....	2
2.2.	Formatiivisen arvioinnin vaikutukset oppimiseen	4
2.3.	Formatiivisen arvioinnin vaikutus motivaatioon.....	5
2.4.	”On-the-fly” formatiivinen arviointi	6
2.5.	ESRU-syklit opettajan ja oppilaiden välisessä vuorovaikutuksessa....	7
2.6.	Opettajan kysymykset oppimisen ohjaamisessa	8
2.7.	Erilaisia tuntirakenteita – opettajajohtoisuus ja oppilaita osallistava opettaminen	11
3	Tutkimuksen motiivi ja tutkimuskysymykset.....	12
4	Metodit	13
4.1.	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen	13
4.2.	Tutkimukseen osallistuneet	14
4.3.	Tutkimuksen aineisto	14
4.4.	Aineiston analysointi	16
5	Tulokset.....	25
5.1.	Tuntien aikana syntyneet keskustelut.....	25
5.2.	Keskustelut eri tuntivaiheissa	31

5.2. Kysymystyypit oppitunnin eri vaiheissa.....	35
6 Johtopäätökset.....	39
7 Pohdinta	47
Viitteet.....	49

1 Johdanto

Koulu on oppimista varten ja oppimista sekä oppimisen laatua arvioidaan jatkuvasti. Pitkään kouluissa oppilaiden arviointi on ollut summatiivista, mutta viime vuosikymmeninä uusi arviointimuoto, formatiivinen arviointi, on saanut jalansijaa kouluissa. Tämän tutkielman innoittajana on metatutkimus useista eri formatiivisen arvioinnin tutkimuksista vuodesta 1988 vuoteen 1997. Tämä metatutkimus osoitti selvästi formatiivisen arvioinnin merkityksen oppimiseen (Black & Wiliam, 1998). Formatiivinen arviointi on tälläkin hetkellä monen tutkijan tutkimuksen kohteena ja eri maiden välillä tehdään yhteistyötä formatiivisen arvioinnin tutkimuksessa.

Luonnontieteiden opiskelussa painotetaan tänä päivänä paljon tutkivan oppimisen opetusmetodia ja on mielenkiintoista selvittää, kuinka formatiivinen arviointi ja tutkiva oppiminen tukevat toisiaan. Tämä pro gradu -tutkielma on tapaustutkimus, jossa tutkitaan kahden yläasteen opettajan fysiikan tunteja, jossa tunnit jakautuvat kahteen eri tuntivaiheeseen: opettajajohtoiseen ja tutkivan oppimisen vaiheeseen. Tutkimuksessa selvitetään oppitunnin vaiheiden ja formatiivisen arvioinnin yhteyttä määrällisesti ja laadullisesti.

2 Formatiivinen arviointi ja vuorovaikutus

2.1. Formatiivinen arviointi

Oppilaiden arviointia varten on kehitetty paljon työkaluja, joilla on erilaisia tavoitteita ja lähtökohtia arvioimiseen. Eräänlainen karkea luokittelu arviointitavoissa voidaan tehdä jakamalla arviointi formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin. Arvioinnin sanotaan olevan formatiivista, kun arvioinnin avulla pyritään saamaan tietoa oppilaan käsityksistä ja tiedoista ja nämä arvioinnilla saadut tiedot ohjaavat opettajan toimintaa parantaakseen oppilaan oppimista. OECD:n (Organisation for Economic Co-operation and Development) kirjassa *Nature Of Learning*, Dylan William (2010) määrittelee formatiivisen arvioinnin seuraavanlaisesti: Arviointi toimii formatiivisesti, kun tieto oppilaiden oppimisesta on tullut ilmi ja tulkittu opettajan tai vertaisen toimesta, ja tätä tietoa oppilaiden saavutuksista käytetään miettiessä seuraavia opetuksen vaiheita siten, että suunnitellut ohjeet ohjaavat oppilaan oppimista paremmin, kuin ohjeet ilman tietoa oppilaan oppimisesta ohjaisivat (s. 148).

Määritelmästä on hyvä nostaa esille formatiivisen arvioinnin tärkeimpiä aspekteja. On huomioitavaa, että formatiivista arviointia voi tehdä opettajan lisäksi myös vertaiset. Arvioinnin päätarkoituksena on saada tietoa oppilaalta ja tätä tietoa hyödyntäen suunnitella seuraavien ohjeiden sisältö siten, että oppiminen olisi mahdollisimman hyvää. Formatiivinen arviointi voi myös paljastaa, että oppilas on saavuttanut opettajan oppilaalle asetetun oppimistavoitteen ja ymmärtänyt opetuksen. Formatiivisen arvioinnin ei aina

tarvitse muuttaa ohjeiden suuntaa vaan arvioinnissa ilmenevä informaatio voi vahvistaa, että ohjeet ovat alun perin olleet oikeat asetettujen oppimistavoitteiden saavuttamiseksi.

Formatiivisen arvioinnin roolia voi verrata sitä toiseen arvioinnin muotoon, summatiiviseen arviointiin. Summatiivisessa arvioinnissa arvioidaan ainoastaan oppilaiden sen hetkinen tieto- ja taitotaso, joka on saavutettu tietyn tarkasteluaikavälin aikana (Taras, 2005). Summatiivista arviointia on esimerkiksi kurssin päätteeksi suoritettava koe, jonka tulokset määrittelevät oppilaan arvostelun. Formatiiivisessa arvioinnissa kokeen tulokset ovat merkkejä siitä, ovatko oppilaat oppineet kurssin aikana heille asetetut oppimistavoitteet. Jos kokeen tulokset ovat huonot, voi opettaja huomioida tämän tulevassa opetuksessaan ja puuttua mahdollisiin ongelmakohtiin opetuksessaan. Formatiiivisen arvioinnin kannalta saadaankin suuri hyöty useista kokeista ja testien teettämisestä. Tutkimusten mukaan säännöllinen arviointi parantaa oppimistuloksia. Esimerkiksi oppilaat, joita testattiin ainakin kerran 15 viikossa, oppivat paremmin kuin oppilaat, joita testattiin harvemmin. Mitä useammin oppilaita testattiin, sitä enemmän he oppivat. Kuitenkaan testatessa useammin kuin joka toinen viikko, ei testaamisesta saavutettu enää suurempaa hyötyä (Bangert-Drowns, Kulik, Kulik & Morgan, 1991).

2.2. Formatiivisen arvioinnin vaikutukset oppimiseen

Arviointia on tutkittu jo pitkään, mutta viime vuosikymmenten aikana arvioinnin rooli on nähty uudessa valossa. Aikaisemmin arvioinnin merkitys oli enemmän oppimistulosten vertailussa, mutta arvioinnilla on havaittu olevan suuri merkitys myös itse oppimisessa. Useista tutkimuksista tehdyt meta-analyysit ovat osoittaneet arvioinnin merkityksen oppimiselle. Crooksin tutkimuksessa (1988) havaittiin formatiivisen arvioinnin parantavan oppimistuloksia. Myös tutkimuksessa, jossa käytiin läpi 160 artikkelia ja kirjaa vuodesta 1988 aina vuoteen 1997, löydettiin yhteys formatiivisen arvioinnin ja oppimisen paranemisen välillä (Black & Wiliam, 1998).

Edellä mainitut meta-analyysit ovat keskittyneet nuorempiin oppilaisiin, mutta myös vanhemmat opiskelijat hyötyvät formatiivisesta arvioinnista. Nyquist (2003) tutki formatiivisen arvioinnin vaikutusta collegeikäisten oppimiseen. Hän jakoi formatiivisen arvioinnin viiteen eri luokkaan siten, että heikoimmassa formatiivisessa arvioinnissa oppilaille annettiin vain tietoa heidän arvosanoistaan. Vahvimman formatiivisen arvioinnin kategoriassa oppilaille annettiin tietoa oikeista vastauksista, selitettiin oikeat vastaukset ja annettiin ohjeita, joilla oppilaat voivat parantaa suoritustaan. Muut kolme kategoriata sijoittuivat näiden kahden ääripään välille. Tutkimuksessa havaittiin selkeästi formatiivisen arvioinnin informatiivisuuden lisäämisen parantavan oppimista (Nyquist, 2003). Eräs tutkimus on myös osoittanut, että formatiivinen arviointi parantaa erityisesti huonommin pärjäävien oppilaiden tuloksia (Black, Harrison, Lee, Marshall, & Wiliam, 2003).

2.3. Formatiivisen arvioinnin vaikutus motivaatioon

Formatiivinen arviointi korostaa oppimisprosessia ja onkin sanottu, että formatiivinen arviointi on oppimista varten, ei oppimisen arviointia varten (Black, 1993). Arvioinnin kautta saadun tiedon avulla opettaja voi muokata omaa opettamistaan siten, että oppilaiden sen hetkiset käsitykset ja tiedot saataisiin mahdollisimman lähelle asetettuja oppimistavoitteita. Tällä tavoin oppilaat ovat enemmän tehtäväorientoituneita, mikä kannustaa oppilaita opiskelemaan asioita syvällisemmin kuin suoriutumisorientoituneet oppilaat (Schunk & Schwartz, 1993). Formatiiivinen arviointi keskittyy oppilaiden oppimiseen, ei niinkään suoritusten arviointiin. Tämän vuoksi esimerkiksi huonommin menestyvät oppilaat eivät menetä itsevarmuuttaan vaan ajattelevat oppimisen olevan vain taitoja, jotka voi saavuttaa ajan kuluessa (Vispoel & Austin, 1995). Useissa tutkimuksissa on myös havaittu, että oppilaiden usko omaan osaamiseensa vaikuttaa oppimiseen positiivisesti (Black & William, 1998). Myös aktiviteetit, jotka on suunniteltu formatiivisen arvioinnin toteuttamisen kannalta, lisäävät oppilaiden kiinnostusta oppimiseen, oppilaiden itsesäätelyä, päättelykykyä ja suunnittelua, mikä parantaa oppimistuloksia (Black & William, 1998).

Oppilaiden motivaatioon vaikuttaa kuitenkin hyvin moni asia, kuten oppilaan oma suhtautuminen oppimiseen tai luokkaympäristö. Motivaatioon vaikuttavat asiat muodostavat monimutkaisen vaikutusten verkoston ja näiden eri osien tutkiminen on hyvin vaikeaa. Monet tutkimukset kuitenkin selkeästi osoittavat formatiivisen arvioinnin muodostavan selkeän yhteyden lisääntyvään opiskelumotivaatioon.

2.4. "On-the-fly" formatiivinen arviointi

Formatiivinen arviointi voidaan suorittaa formaalisti tai informaalisti. Formaali arviointi suoritetaan kokein ja lomakkein, kun taas informaali formatiivinen arviointi tapahtuu tunnin aikana suunnittelemattomasti opettajan reagoidessa ja improvisoidessa tunnin edetessä. Tutkimuksessaan formatiivisen arvioinnin sisällyttämisestä opetussuunnitelmaan ja formatiivisen arvioinnin vaikutuksista oppimiseen, Shavelson ym. jakoi formatiivisen arvioinnin kolmeen eri strategiaan: opetussuunnitelmaan sisäänrakennettuun formatiiviseen arviointiin (*Embedded-in-the-Curriculum*), etukäteen suunniteltuun formatiiviseen arviointiin (*Planned-for-Interaction*) ja tunnin aikana lennosta tapahtuvaan formatiiviseen arviointiin (*On-the-fly, OTF*) (Shavelson ym., 2008).

Opetussuunnitelmaan sisäänrakennettu formaali formatiivinen arviointi toimii opetussuunnitelmaa toteuttaville opettajille ohjenuorana. Tämä voi tarkoittaa kokeiden ja testien järjestämistä lyhyin väliajoin tai formatiiviseen arviointiin ohjaavien elementtien sisällyttämistä opetussuunnitelmaan. Siten tällainen arviointi on formaalia arviointia ja tulee opettajien käyttöön rakenteiden kautta (Shavelson ym., 2008).

Etukäteen suunnitellussa formatiivisessa arvioinnissa opettaja itse on vastuussa tunnilla tapahtuvasta formatiivisesta arvioinnista. Opettaja pyrkiikin valmistelemaan tunnin siten, että hän saa selville oppilaiden tietojen taitotason ja voi näin luoda mahdollisimman hyvät oppimisolosuhteet, jotta oppilaat saavuttaisivat heille asetetun oppimistavoitteen. Opettaja voi esimerkiksi suunnitella aktiviteetteja, joissa oppilaiden taso tulee esille tai

opettaja voi valmiiksi miettiä kysymyksiä oppilaille. Tällainen formatiivinen arviointi sijoittuu formaalin ja informaalin arvioinnin välille ja asettaa opettajalle haasteita. Informaali formatiivinen arviointi vaatiikin opettajilta kokemusta ja niin sanotusti ”pelisilmää” (Shavelson ym., 2008).

Opetuksessa tapahtuu jatkuvasti oppilaiden ja opettajan välisiä vuorovaikutustilanteita, joissa opettaja saa informaatiota oppilaiden tietotasosta. Opettajan tulee tarttua tällaisiin opettajan ja oppilaiden välisiin keskustelutilanteisiin ja käyttää hyväksi keskustelutilanteista ilmeneviä tietoja oppimisesta. OTF-formatiivinen arviointi tapahtuu tunnilla improvisoidusti opetuksen aikana ja tällaiset tilanteet tulevat opettajalle yllätyksenä. OTF-formatiivista arviointia herättävät tilanteet voivat olla esimerkiksi oppilaalta tulevat yllättävät vastaukset ja kysymykset tai esimerkiksi luokkaa kiertäessä opettajan voi kuulla oppilailta mielenkiintoisia ajatuksia tai väärinkäsityksiä. Tämä niin sanotusti ”lennosta” tapahtuva formatiivinen arviointi on informaalia ja asettaa opettajalle suuria haasteita (Shavelson ym., 2008).

2.5. ESRU-syklit opettajan ja oppilaiden välisessä vuorovaikutuksessa

Lennosta tapahtuva formatiivinen arviointi vaatii aina vuorovaikutusta oppilaiden kanssa. Tämä tapahtuu luonnollisesti opettajan esittäessä kysymyksiä oppilaille. Tällaisessa informaalisessa arvioinnissa esiintyy usein tietynlaisia rakenteita opettajan kysyessä oppilailta kysymyksiä

ja reagoidessa heidän vastauksiinsa ja käyttäessä näitä vastauksia kehittäkseen omaa opettamistaan. Tutkiessaan informaalin arvioinnin vaikutusta oppimiseen, Ruiz-Primo ja Furtak (2006) jakoivat tällaisen arviointikeskustelun oppilaan tai oppilaiden kanssa neljään eri osaan. Ensimmäisessä vaiheessa opettaja yrittää tuoda esiin (*Elicit*) oppilaiden käsityksiä ja tietoja esittämällä kysymyksiä tai muilla tavoin aktivoimalla oppilaita. Oppilaat vastaavat (*Student responds*) opettajalle ja opettaja huomioi tämän vastauksen (*Recognizes*). Riippuen oppilaiden vastauksista, opettaja saa vastausten perusteella tietoa oppilaiden tiedoista ja taidoista, jolloin hän voi käyttää (*Uses*) tätä vastauksista saatua informaatiota siten, että opetustavoitteet täyttyvät (Ruiz-Primo & Furtak, 2006). Tällaisesta keskustelurakenteesta käytetään nimitystä ESRU-sykli, joka tulee komponenttien englanninkielisistä sanoista. Tutkimuksessaan Ruiz-Primo ja Furtak havaitsivat, että oppilaat hyötyvät ESRU-syklejä noudattavista keskusteluista. Oppilaat, joiden opettajat käyttivät usein ESRU-syklejä opetuksessaan, saavuttivat parempia oppimistuloksia kuin oppilaat, joiden opettajat käyttivät harvoin ESRU-syklejä (Ruiz-Primo & Furtak, 2006).

2.6. Opettajan kysymykset oppimisen ohjaamisessa

Jotta opettaja voisi käyttää formatiivisen arvioinnin tuomia etuja opettamiseen, täytyy oppilailta saada tietoa heidän oppimisestaan. Tämä tapahtuu luonnollisesti esittämällä oppilaille kysymyksiä. Erilaiset kysymykset synnyttävät oppilaissa erilaisia vastauksia ja ohjaavat oppilaiden oppimista eri tavalla. Oppilailta voidaan kysyä pelkkiä faktatietoja tai

kysymyksiä, jotka pakottavat oppilaat miettimään vastauksiaan syvällisemmin ja perustelemaan vastauksensa. Tutkimuksissa on havaittu, että 60 % opettajan kysymyksistä liittyy ainoastaan yksittäisiin faktoihin, 20 % kysymyksistä vaatii oppilaita ajattelemaan ja 20 % kysymyksistä koskee tuntityöskentelyä (Gall, Dunning, and Weathersby, 1971). Tuntityöskentelyyn liittyvät kysymykset ovat osa opettajan luokanhallintaa ja niillä on oma tärkeä roolinsa. Oppitunnin aihetta koskevat kysymykset kuitenkin selvittävät oppilaan ajatuksia ja oppimisen tasoa ja siten mahdollistavat opettajan formatiivisen arvioinnin. Opettaja voi esittää saman kysymyksen monella eri tavalla. Kysymykset voidaan jakaa karkeasti kahteen eri kategoriaan, avoimet (*open*) ja suljetut (*closed*) kysymykset (Harlen, 2006). Suljetut kysymykset keskittyvät aiemmin opitun kertaamiseen ja yleisesti faktoina tunnettuihin asioihin sekä kohdistavat oppilaan huomion pieniin yksityiskohtiin. Avoimet kysymykset puolestaan haastavat oppilaita ajattelemaan asioita laajemmin ja perustelemaan omat vastauksensa. Avoimet kysymykset herättävät keskustelua ja usein avoimiin kysymyksiin ei ole yhtä oikeaa vastausta (Harlen, 2006).

Avoimien ja suljettujen kysymysten vaikutusta formatiiviseen arviointiin tarkasteltiin tutkimuksessa, jossa lähestymistapa formatiiviseen arviointiin jaettiin kahteen eri ryhmään, divergenttiin ja konvergenttiin formatiiviseen arviointiin (Torrence & Pryor, 2001). Taulukossa 1 on esitettyinä näiden kahden arviointityylin erityispiirteet.

Taulukko 1. Konvergentti ja divergentti opetustyyli eroavat toisistaan niin kysymysten asettelussa kuin arviointimenettelyissä (Torrence & Pryor, 2001).

Konvergentti	Divergentti
<ul style="list-style-type: none">• Suljetut kysymykset• Tarkasti suunnitellut oppitunnit ja tehtävät• Arvioidaan oppilaan sen hetkistä tietämystä ja osaamista• Arviointi nähdään toistuvana summatiivisena arviointina	<ul style="list-style-type: none">• Avoimet aidot kysymykset• Avoimet oppitunnit ja ennalta määräämättömät tehtävät• Yritetään selvittää oppilaan osaaminen ja tietotaito• Arviointi nähdään enemmän formatiivista arviointia tukevana

Konvergentissa formatiivisessa arvioinnissa opettaja pyrkii selvittämään, tietääkö oppilas jotain tiettyä opetettua asiaa, onko hän ymmärtänyt hänelle opetetun asian tai osaako hän tehdä opettajan häneltä odottaman tehtävän. Konvergenttiin tyyliin kuuluu tunnin ennalta suunnittelu ja tarkat, suljetut kysymykset. Tällainen arviointitapa nähdään vähemmän formatiivisena ja enemmänkin toistuvana summatiivisena arviointina. Divergentissä opetustyyliä opettaja esittää oppilaille aitoja kysymyksiä, jotka ovat avoimia ja aidosti selvittävät, mitä oppilas ajattelee. Tällaisissa kysymyksissä opettajalla ei ole mitään ennakkokäsitystä oppilaan vastauksesta eikä kysymys johdattele mihinkään tiettyyn vastaukseen. Tällaisen opetustyylin voidaan sanoa olevan lähellä tämän hetken käsityksiä oppimisesta ja tukevan enemmän formatiivista arviointia oppitunneilla (Torrence & Pryor, 2001).

2.7. Erilaisia tuntirakenteita – opettajajohtoisuus ja oppilaita osallistava opettaminen

Jos oppilaiden arviointi parantaa oppilaiden oppimista, myös opetusmetodien valinta oppimisen kannalta on merkittävässä roolissa. Opetusmenetelmät ilmenevät muun muassa erilaisina tuntirakenteina. Yhtenä määrittävänä tekijänä erilaisissa tuntirakenteissa voidaan pitää oppilaiden aktiivisuutta tunnilla (Bonner, 1999). Tuntirakenne voi muodostua passiivisesta opettajajohtoisesta luennoinnista, jossa opettaja on yksin äänessä luokan edessä luennoiden oppilaiden kuunnellessa tätä luentoa esittämättä kysymyksiä. Toisaalta opettaja voi luopua kontrollista ja aktivoida oppilaita antamalla oppilaiden tehdä tunnilla vapaasti töitä opettajan ainoastaan valvoessa oppimistapahtumaa ja auttamalla oppilaita, jotka tarvitsevat etenemiseensä apua. On havaittu, että mikään opetusmetodi tai tuntirakenne ei yksinään voi toimia validina opetusmenetelmänä, vaan erilaiset asiat vaativat erilaisia opetusmetodeja. Yksinkertaiset asiat voi opettaa opettajajohtoisella, passiivisella luennoinnilla, mutta vaikeammat asiat vaativat oppilaiden aktiivista osallistumista (Bonner, 1999). Eräessä tutkimuksessa havaittiin, että esimerkiksi fysiikkaa oppii paremmin, kun uudet lait ja teoriat opetetaan tutkivan oppimisen (*inquiry-based teaching*) avulla (Thacker, Kim, Trefz, & Lea, 1994). Tämän vuoksi tuntien tulisikin koostua eri tuntirakenteista koostuvista kokonaisuuksista.

3 Tutkimuksen motiivi ja tutkimuskysymykset

Tutkimustulokset ovat osoittaneet formatiivisen arvioinnin parantavan oppimista ja sen merkitys tämän päivän opetuksessa on laajalti huomioitu. Formattiivinen arviointi on hyvin laaja käsite ja sen sisältä löytyy paljon erilaisia tutkimus- ja sovelluskohteita. Tässä tutkimuksessa paneuduttiin tuntirakenteen merkitykseen OTF-formatiivisen arvioinnin kannalta. Erilaiset tuntirakenteet aiheuttavat suuria vaihteluja tunnin etenemisessä ja tämä näkyy opettajan kontrollissa oppilaisiin. Erilaiset tuntirakenteet synnyttävät hyvin erilaisia tilanteita tunnilla, joka näkyy varsinkin luonnontieteiden tunneilla. Tämän vuoksi onkin tärkeää tarkastella, miten formatiivinen arviointi riippuu tuntirakenteesta. Formatiivisen arvioinnin laatua voidaan tarkastella tarkemmin esiintyvien ESRU-syklien sekä opettajan esittämien kysymysten kautta. ESRU-syklien on osoitettu vaikuttavan positiivisesti oppimiseen (Ruiz-Primo & Furtak, 2006) ja kuten Torrance ja Pryor (2001) osoittivat, avoimet kysymykset tukevat formatiivisen arvioinnin menetelmiä. Tämän vuoksi voidaankin perustellusti tarkastella tunnin aikana syntyneitä ESRU-syklejä sekä opettajien esittämiä kysymyksiä. Tällä tutkimuksella haettiin vastauksia kysymyksiin:

1. Kuinka OTF-keskustelujen määrä vaihtelee oppitunnin eri vaiheissa?
2. Muuttuuko OTF-arviointi laadullisesti oppitunnin eri vaiheissa?
3. Muuttuuko opettajien kysymystyyppit OTF-arviointia sisältävissä keskusteluissa oppitunnin eri vaiheissa?

4 Metodit

4.1. Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia tutkimalla kahden eri opettajan fysiikan oppitunteja ja tuntien aikana syntyviä opettajan ja oppilaiden välisiä keskusteluja. Taulukossa 2 on esitetty tutkimuskysymykset sekä menetelmät, joilla aineistosta etsittiin kysymysten vastaamisen tueksi näyttöä.

Taulukko 2. Taulukossa on esitetty tässä pro gradu -tutkimuksessa esitetyt tutkimuskysymykset sekä millä menetelmillä kysymyksiin pyrittiin löytämään vastauksia.

Tutkimuskysymys	Tutkimusmenetelmät
1. Kuinka fysiikan oppituntien tuntirakenne vaikuttaa OTF-arviointia sisältävien keskustelujen määrään?	Tutkitaan oppilaiden ja opettajien välisiä oppituntiin liittyviä keskusteluja ja tulkitaan, ovatko ne OTF-arviointia sisältäviä keskusteluja vai muita keskusteluja.
2. Kuinka oppituntien rakenne vaikuttaa OTF-arviointiin laadullisesti?	Analysoidaan löydetty OTF-arviointia sisältäneet keskustelut ja etsitään keskusteluissa muodostuneita ESRU-syklejä. Keskustelut kategorisoidaan ESRU-, SU- ja keskeneräisiksi sykleiksi.
3. Muuttuuko opettajien kysymystyyppi OTF-arviointia sisältävissä keskusteluissa oppituntirakenteen muuttuessa?	Analysoidaan opettajien tunneilla esittämiä kysymyksiä ja luokitellaan ne avoimiksi tai suljetuiksi kysymyksiksi sekä huomioidaan, missä vaiheessa tuntia ne esiintyvät.

4.2. Tutkimukseen osallistuneet

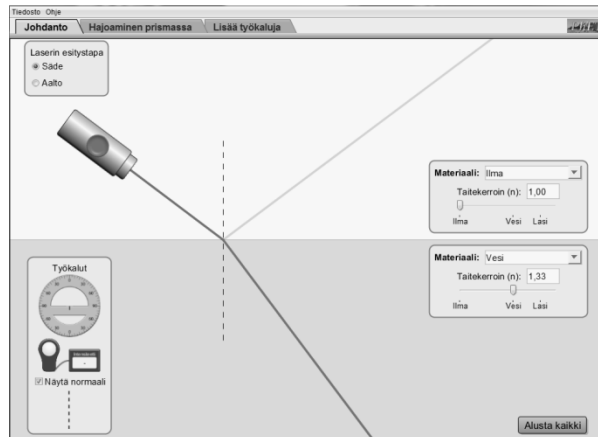
Tässä tapaustutkimuksessa tutkittiin kahden eri suomalaisen yläasteen kahta eri 8. luokan oppilaista koostuvaa ryhmää ja heidän opettajiaan. Sirpan (nimi muutettu) luokka koostui 18 oppilaasta, joista 8 oli tyttöjä ja 10 poikaa. Luokka oli energinen ja oppilaat esittivät opettajalle paljon kysymyksiä. Matin (nimi muutettu) luokka koostui 14 oppilaasta, joista 5 oli poikaa ja 9 tyttöä. Matin luokka oli rauhallisempi ja oppilaat esittivät opettajalle vähemmän kysymyksiä verrattuna Sirpan luokkaan. Luokat olivat samassa vaiheessa opetusta, eli heillä oli samat taustatiedot osallistuessaan analysoiduille oppitunneille. Molemmat opettajat olivat jo kokeneita ja heille oli kehittynyt oma tyyli opettaa. Opettajien erilaisesta tyylistä ja luokkien sisäisistä suhteista johtuen oppitunnit erosivat selkeästi toisistaan, vaikka oppituntien rakenne oli molemmilla opettajilla samanlainen johtuen samanlaisesta tehtävänannosta. Kaikkien osallistujien nimet jätetään tässä tutkimuksessa mainitsematta.

4.3. Tutkimuksen aineisto

Tämän pro gradu -tutkielman materiaalina käytettiin videomateriaalia, joka kuvattiin ASSIST-ME; Assess Inquiry in Science, Technology & Mathematics Education arviointitutkimusta varten, saatavilla <<http://assistme.ku.dk/>>. Tutkimuksessa kuvattiin fysiikan ja matematiikan tunteja. Aineisto kerättiin videoimalla oppilaiden tuntityöskentelyä luokan takaa siten, että oppilaiden käyttäytymistä tunnilla pystyttiin seuraamaan.

Tarvittaessa tunnin kuvaaja siirsi kameran kuvaa ja otti lähikuvaa, jotta oppilaiden työskentelystä saatiin tarkemmin tietoa. Opettajilla oli myös lisävarusteena langaton mikrofoni, joka oli yhteydessä videokameraan. Mikrofonin avulla saatiin tallennettua opettajan ja oppilaiden väliset keskustelut koko luokassa.

Molempien opettajien tunnit käsittelivät samoja aiheita: valon heijastuminen tasopeilissä sekä valon taittuminen. Valon heijastumista tutkittiin oppilastyön kautta, jossa mietittiin ryhmätyönä kuvan muodostumista tasopeilissä. Työssä oli valmiiksi suunniteltu oppilastyökortti sekä peili. Ennen mittauksia, oppilaat tekivät hypoteesin, miten esineen muodostama kuva näkyisi peilissä ja tämän jälkeen oppilaat tutkivat työkortin tilanteita peilin avulla. Valon taittumista tutkittiin tietokonesimulaation avulla pienryhmissä. Tutkimuksessa käytetty simulaatio oli Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder sivuston [omaisuutta](https://phet.colorado.edu/fi/simulation/bending-light), saatavilla <https://phet.colorado.edu/fi/simulation/bending-light>. Kuvassa 1 on esitettyinä ruudunkaappaus kyseisestä ohjelmasta.



Kuva 1. Ruudunkaappaus oppilaiden käyttämästä simulaatiosta valon taittumista käsittelevällä tunnilla.

Ajankäytöllisesti opettajien pitämät tunnit erosivat toisistaan: Matti jakoi opetettavan kokonaisuuden kolmen oppitunnin mittaiseksi, kun Sirpa opetti heijastumisen ja taittumisen kahden oppitunnin aikana. Matin ensimmäinen tunti kolmen oppitunnin jaksosta oli lyhyempi, koska hän kertoi tunnin lopussa lyhyen tarinan valon kokonaisheijastumisesta, jota ei taltioitu videolle.

4.4. Aineiston analysointi

Tämän tutkimuksen aineiston analysointi pohjautui menetelmiin, jotka on esitetty liitteessä 1. Liitteen analysointimenetelmät ovat olleet myös esillä ASSIST-ME – tutkimusryhmän esityksessä European Science Education Research Association (ESERA) konferenssissa 2015 (Nieminen, Correia, Serret, Hähkiöniemi, Laajala, Viiri ja Harrison, 2015). Teoriaosuudessa esitetyn ESRU-komponenttien analysoinnissa on paljon tulkinnanvaraa. Siksi tässä tutkimuksessa pyrittiin analysoimaan tunnit mahdollisimman yhtenevästi

samanlaisen analyysin kanssa työskentelevien kesken. Tämän vuoksi analyysimenetelmistä pidettiin palaveri ASSIST-ME – tutkimusryhmän kanssa. Palaverin tuloksena laadittiin tarkemmat ohjeet ja säännöt komponenttien luokitteluun ja palaverin pohjalta koko aineisto analysoitiin uudelleen. Vaikka arviointitutkimusryhmän määritelmä OTF-arvioinnille oli lähtökohtaisesti erilainen kuin tässä tutkimuksessa, ESRU-syklien analysoinnin perustat olivat samat kuin Ruiz-Primon (2006) artikkelissa.

Oppitunneilla keskustellaan monista muista asioista kuin tunnin aiheena olevasta asiasta. Tutkimuksessa, jossa tutkittiin suomalaisen, saksalaisen ja sveitsiläisen koulun fysiikan tunteja, havaittiin osan tunneista kuluvan muuhun kuin opettamiseen. Suomalaisilla ja sveitsiläisillä fysiikan tunneilla 14 prosenttia ja saksalaisilla tunneilla 10 prosenttia kaksoistuntien ajasta kului muuhun kuin opettamiseen (Beerenwinkeln & Börlin, 2014). Tämän vuoksi aineistosta etsittiin kohdat, jotka ovat merkityksellisiä sekä koskevat tunnin aihetta. Eritoten tässä tutkielmassa keskityttiin opettajan ja oppilaiden välisiin keskusteluihin. Aineistosta poimittiin oppilaiden ja opettajien väliset keskustelut, jotka liittyivät opetettavaan aiheeseen tai oppilastyöhön. Näistä keskusteluista valittiin tarkempaan tarkasteluun OTF-formatiivista arviointia sisältävät keskustelut. Kuten määritelmässä sanotaan, OTF-arvioinnin tilanteet tulevat opettajalle tunnin aikana odottamatta. OTF-arviointia sisältäviä, keskustelujen syntymekanismeja löydettiin aineistoista kolme erilaista:

- Oppilas esittää opettajalle kysymyksen, jolloin keskustelu ei ala opettajan ehdoilla.

- Oppilas vastaa opettajan kysymykseen yllättävällä tavalla tai kommentointi sisältää selkeän virhekäsityksen. Oppilas voi esimerkiksi kertoa, ettei ymmärrä tehtävänantoa tai käsitteitä.
- Oppilaiden tuntia häiritsevä käytös vaatii opettajan puuttumista ja näin aiheuttaa arviointitilanteen, jota muuten ei olisi syntynyt.

Näiden OTF-keskusteluiden vuoropuheet litteroitiin, niiden alkamisajankohdat merkattiin ja analyysiin kuvailtiin keskusteluja edeltäviä tapahtumia tai keskustelun aikana tapahtuvia reaktioita. Keskustelunajankohdissa huomioitiin myös se, oliko tunti opettajajohtoisen vai tutkivan oppimisen vaiheessa. Litteroiduista keskusteluista etsittiin ESRU-syklejä sekä tutkittiin tarkemmin opettajien esittämiä kysymyksiä. Tunnin aikana tapahtuneiden opettajien ja oppilaiden välisten keskustelujen analysointi pohjautui Ruiz-Primon ja Furtakin (2006) tutkimukseen. Taulukossa 3 on lueteltu ESRU-syklien eri komponenttien selkeimpiä tunnuspiirteitä sekä opettajan erilaisia strategioita erilaisiin tilanteisiin (Laajala, 2015). On huomioitavaa, että kategorisointi on karkeaa ja selitteet ovat suuntaa antavia. Siksi analysoinnissa on tärkeää muistaa käsitteiden määritelmät: E (*elicit*) opettaja kysyen tai muulla tavoin selvittää oppilaan ajatuksia ja tietoja, S (*student response*) oppilas vastaa opettajan kysymykseen tai oppilas kysyy opettajalta kysymyksen, R (*teacher response*) opettaja reagoi oppilaan vastaukseen ja U (*teacher uses*) opettaja käyttää oppilaalta saatua tietoa kehittääkseen oppilaan oppimista (Ruiz-Primo & Furtak, 2006).

Taulukko 3. Taulukossa on esitetty ESRU-syklien komponenttien kategorisointia ja tunnistusta helpottavia selityksiä.

Komponentti	Erilaiset strategiat	Tarkempi selitys
E	Opettaja kysyy kysymyksen oppilaalta/oppilailta	Kysymykset voivat olla muotoa: Muodosta tieteellinen selitys Kysymys, mikä testaa oppilaan ymmärtämistä Sovella aiemmin saatuja tietoja Opettaja pyytää vertaamaan Opettaja pyytää esittämään havaintoja Ovatko oppilaat samaa mieltä
	Opettaja hakee ideoita/hypoteeseja oppilailta	Tämä strategia voi toimia esimerkiksi, jos opettaja näyttää jotain demonstraatiota luokan edessä tai pienryhmälle.
	Opettaja pyytää oppilasta havainnoimaan	Tämä on hyvin samanlainen kuin strategia kuin opettajan hakiessa hypoteeseja, mutta tässä oppilaat itse voivat olla suorittamassa aktiviteettia ja opettaja voi olla kiertämässä ja antamassa neuvoja ja kehottaa havainnoimaan jotain tiettyä ilmiötä.
S	Oppilas vastaa opettajan kysymykseen	Oppilaan vastaus voi olla suora vastaus tai esimerkiksi oppilas voi olla samaa mieltä opettajan kanssa.
	Oppilas esittää kysymyksen	Oppilas voi esittää opettajalle vastakysymyksen, jos esimerkiksi oppilas ei ymmärrä, mitä opettaja kysyy. ESRU-syklit voivat myös käynnistyä oppilaan kysymyksellä opettajalle.
	Oppilas havainnoi ja tulkitsee	Oppilas havainnoi ja tulkitsee esimerkiksi jotain aktiviteettia tai tutkimusta.
	Oppilas ei osaa vastata opettajan kysymykseen	Jos oppilas ei tiedä vastausta tai vastaa opettajan mielestä väärin.
R	Opettaja toistaa oppilaan vastauksen	Opettajan ei tarvitse välttämättä toistaa vastausta sanasta sanaan, vaan voi toistaa oppilaan idean.
	Opettaja huomioi oppilaan vastauksen	Opettaja voi nyökätä tai muuten reagoida siten, että on saanut oppilaan vastauksen tai esimerkiksi opettaja huomioi vastauksen esittämällä oppilaalle toisen, tarkentavan kysymyksen.
U	Opettaja ehdottaa aktiviteettia, joka kehittää oppilaan ymmärrystä	Opettaja voi esimerkiksi ehdottaa oppilaalle tai oppilaille, että he kokeilevat jotain ilmiötä itse.
	Opettaja esittää uuden kysymyksen, joka syventää oppilaan ajattelua	Tällaisilla kysymyksillä opettaja haastaa oppilaita tuottamaan lisää tietoa, eikä tyydy pelkästään oppilaan ensimmäiseen tarjoamaan informaatioon.
	Opettaja käyttää oppilaan vastausta ja syventää oppilaan tietämystä	Tässä opettaja hyväksyy oppilaan vastauksen ja tätä vastausta hyväksikäyttäen syventää aiheen ymmärrystä.

Opettajien esittämät kysymykset jaettiin avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin (Harlen, 2006). Suljetuiksi kysymyksiksi tulkittiin opettajan esittämät kysymykset, joissa oppilailla oli vain muutamia vastausvaihtoehtoja, kuten "kyllä" tai "ei". Myös kysymykset, jotka liittyivät aiemmin opittuun, yksittäisten faktojen muistamiseen, tulkittiin suljetuiksi kysymyksiksi. Avoimiksi kysymyksiksi luettiin kysymykset, jotka olivat laajoja ja vaativat oppilaalta selityksiä tai perusteluja. Taulukossa 4 on aineistosta poimittuja opettajien kysymyksiä ja ne on jaoteltu suljetuiksi ja avoimiksi kysymyksiksi. Taulukosta löytyy myös perusteet tälle jaottelulle. Kysymysten erilaisuus tulee hyvin esille kysymyksestä valon taitumisesta. Oppilaalta voi kysyä suljetun kysymyksen, taittuuko valo vai ei? Toisaalta opettaja voi avoimella kysymyksellä hakea oppilaalta perusteluita tehtyyn havaintoon, kuten minkälainen taitekulma on silloin, kun se taittuu normaaliin päin?

Taulukossa 5 on esitettyä tunnin aikana oppilaan kysymyksestä opettajalle syntynyt OTF-tilanne. Taulukosta nähdään opettajan ja oppilaiden välinen litteroitu keskustelu, keskustelun ajankohta tunnilla, formatiivisen arvioinnin ESRU-sykliden komponentit sekä opettajien esittämien kysymysten analysointi. Kuten taulukosta nähdään, usein tunnilla syntyvät keskustelut eivät aina toteudu ESRU-sykliden kaavan mukaisesti, jossa opettajan kysymys aloittaa keskustelun ja päättää sen käyttämällä saamaansa tietoa. Taulukossa esiintyvä keskustelu on siis SRSESUSU-sykli, joka luokitellaan OTF-arviointia sisältäväksi ESRU-sykliksi, koska se sisältää kaikki yksittäiset komponentit. Osa keskusteluista voi alkaa oppilaan kysymyksellä tai kommentilla ja keskustelu saattaa sisältää useita eri komponentteja, ennen kuin opettaja käyttää keskustelusta saatua tietoa hyväkseen.

Taulukko 4. Työssä aineistosta poimittiin OTF-keskusteluissa opettajien esittämät kysymykset sekä luokiteltiin ne avoimiksi ja suljetuiksi kysymyksiksi.

Opettajan avoin kysymys	Analysointiperuste
Miten se heijastuslaki vois liittyä tähän?	Opettaja pyytää oppilasta soveltamaan aiemmin opittua ja selittämään sen avulla havaittu ilmiö.
<i>Opettaja keskustelee oppilaiden kanssa valon taitumisesta:</i> Missä tilanteissa? Mitkä on yhteistä niille tilanteille, kun se (<i>valonsäde</i>) kääntyy normaaliin päin?	Oppilas joutuu keksimään havaitulle ilmiölle yhteisiä tekijöitä. Oppilaalle ei ainnetta vaihtoehtoja, mistä valita vaan hänen täytyy itse löytää yhteys väliaineiden ja taitumisen välillä.
Minkälainen taitekulma on silloin, kun se taittuu normaaliin päin?	Oppilaalta ei kysytä taittuuko valo vai ei vaan pyydetään selittämään omin sanoin tilanne, jolloin valo taittuu.
Opettajan suljettu kysymys	Analysointiperuste
<i>Opettaja ja oppilas keskustelevat kuvan muodostumisesta peilissä:</i> Eli eikö se oo yhtä kaukana kuin tää esine niin sitte niin kaukana on se kuvaki?	Opettaja antaa jo kysymyksessään vastauksen oppilaalle. Oppilas voi vastata joko kyllä tai ei.
Eli osaatteko tehdä tön tilanteen?	Oppilaat joko osaavat tai eivät osaa. Kysymys on suljettu kysymys.
Katsopa tänne päin. Tästä tulee valonsäde. Taittuuko se nyt normaaliin päin vai normaalista poispäin?	Oppilaalle annetaan kaksi vaihtoehtoa: valonsäde taittuu tai ei taitu.

Keskustelut voivat pitää sisällään myös useita ESRU-syklejä. Tällaiset usean syklin sisältämät keskustelut laskettiin yhdeksi kokonaisuudeksi ja merkattiin yhtenä ESRU-syklin sisältäneenä keskusteluna.

Taulukko 5. Tunnilla käydyt keskustelut kirjattiin ylös taulukkoon ja keskustelut sarakkeessa on analysoitu opettajan esittämiä kysymyksiä ja ESRU-sarakkeessa on analysoitu keskustelun kommentit. Taulukossa on varattu myös tilaa analysoinnin perusteluille.

Aika	Keskustelu	Kysymykset	Kommentit	ESRU	Kommentit
32:53	Oppilas: Niin niin miten meidän pitäiskö niinku piirtää nää? Ku kaikki näkee nää?			S	
	Opettaja: Se alue. Sen vois piirtää vaikka suoralla viivalla semmonen, että missä se silmä voi olla.			R	Ei U, koska liian lyhyt.
	Oppilas 1: Täältä kaikki... <i>Lopusta ei saa selvää.</i>			S	
	Opettaja: Ymm. Katsotaanpas. Eli peili ja esine ovat valmiiksi piirretyt alle. Hahmotelkaa kuvan havainnoitsija eri paikoissa, joissa hän voi nähdä esineen peilin kautta. Rajatkaa alue viivoilla.			E	Lukee tehtävänannon paperista, ohjaa oppilaita pohtimaan.
	Oppilas 2: Esim täältä mä en näe sitä.			S	
	Opettaja: Sieltä sä et nää sitä. Joo. Eli jos se menee kovin kauas tästä peilistä niin hän ei nää sitä. Ja vastaavasti voiko nähdä tällä alueella? Oppilas 2 näkee esineen.	SK	Voiko nähdä vai ei?	U	Käyttää hyväksi oppilaan vastausta ja tekee jatkokysymyksen.
	Oppilas 1: Ihan sivusta ei oikein nää.			S	
	Opettaja: Okei ihan sivulta ei voi nää. Miten se piirrettäis se alue tähän näin? Piirtäkääpä se alue, missä se voidaan nähdä.	AK	Aito kysymys	U	Käyttää hyväksi oppilaan vastausta ja antaa jatko-ohjeen.

R-komponentti voidaan tulkita usealla eri tavalla. Opettaja voi huomioida opettajan vastauksen toistamalla sen ja on tutkittu, että vastauksen toistamisesta hyötyy kaikki oppilaat monin eri tavoin (Chapin, O'Connor, ja Anderson, 2003). Mutta opettajan vastauksen huomioiminen voi olla myös hyväksyvä sana tai nyökkäys. Myös opettajan vastaaminen oppilaan kysymykseen sisältää implisiittisesti R-komponentin, koska hän hyväksyy oppilaan kysymyksen ja huomioi sen vastaamalla siihen. R-komponentti voi siis esiintyä hyvin monella eri tavalla keskusteluissa. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa ei kiinnitetty paljon huomiota R-komponentin esiintymiseen keskusteluissa, vaan keskustelut luokitellaan ESRU-sykleiksi, vaikkei opettajan puheesta R-komponenttia välttämättä havaittu.

Tilanteissa, joissa oppilaat tekevät relevantin kysymyksen, opettajalla on mahdollisuus formatiiviseen arviointiin. Oppilaan kysymyksestä saa jo selkeästi tietoa, mitä oppilas asiasta ajattelee ja onko oppilaan tiedoissa täydentämisen tarvetta. Opettajan vastaus oppilaan kysymykseen tulkittiin joko R-komponenttina tai U-komponenttina riippuen opettajan vastauksesta. Jos opettajan vastaus oli vain lyhyt kommentti, eikä opettaja nähnyt kysymystä mahdollisuutena syventää oppilaan tietämystä, vastaus tulkittiin R-komponenttina. Jos opettaja selkeästi tarttui oppilaan kysymykseen ja halusi syventää oppilaan tietämystä asiasta, mahdollisesti esittäen esimerkkejä, tällainen keskustelu tulkittiin SU-syklinä. Taulukossa 6 on esitettyinä erilaiset syklit, joita oppitunneilta pyrittiin tunnistamaan. Taulukossa on myös tarkemmin selitettynä eri syklien ominaispiirteet sekä mitkä seikat vaikuttavat niiden analysoinnissa ja kategorioinnissa.

Taulukko 6. Oppitunneilta etsittiin OTF-arviointia sisältäneistä keskusteluista ESRU-, SU- ja keskeneräisiä ESRU-syklejä. Lisäksi aineistosta etsittiin opettajien ja oppilaiden väliset keskustelut, jotka eivät sisältäneet OTF-formatiivista arviointia.

Syklin tunnus	Analysointiperusteet
ESRU	ESRU-sykli voi alkaa opettajan tai oppilaan kysymyksellä, oppilaan yllättävällä vastauksella tai muulla, opettajalle yllätyksenä tulevalla tavalla. Sykli voi sisältää usean eri komponentin ja keskustelusta ei ole pakko löytyä R-komponenttia. Esimerkiksi sykli SRSESUSU lasketaan ESRU-sykliksi.
SU	Nämä syklit alkavat oppilaan kysymyksellä ja päättyvät opettajan vastaukseen, joka tulkitaan formatiiviseksi arvioinniksi. Kriteerinä sille, että opettajan vastaus tulkitaan formatiiviseksi arvioinniksi on, että vastaus on tarpeeksi kattava ja siinä olisi hyvä esiintyä viittauksia aiempaan opittuun sekä esimerkkejä.
Keskeneräiset syklit	Tähän kategoriaan kuuluvat kaikki muut OTF-tilanteissa syntyneet keskustelut, jotka jäävät formatiivisen arvioinnin kannalta vajaiksi. Tähän kategoriaan menevät SR-syklit, joissa opettajan vastaus oppilaan kysymykseen ei avaa kysyttyä asiaa ja on lyhyt. Myös vajaat syklit, kuten ES, ESR tai muut OTF-tilanteet, jotka olennaisesti liittyvät tuntiin, mutta eivät sisällä formatiivista arviointia, luokitellaan tähän kategoriaan.
Ei OTF-keskustelut	Nämä keskustelut liittyvät olennaisesti oppituntiin, mutta ne eivät tule opettajalle yllätyksenä ja siten eivät sisällä OTF-formatiivista arviointia. Tällaiset keskustelut alkoivat yleensä opettajan esittämällä kysymyksellä.

5 Tulokset

5.1. Tuntien aikana syntyneet keskustelut

Analysoitavana oli viisi oppituntia ja tunneista etsittiin kaikki opettajien ja oppilaiden väliset merkittävät keskustelut, jotka liittyivät tunnin aiheeseen tai tehtävään oppilastyöhön. Näistä keskusteluista pyrittiin tunnistamaan OTF-formatiivista arviointia sisältävät keskustelut. OTF-formatiivista arviointia sisältäneet keskustelut määritelmän mukaan tulevat opettajalle yllättäen ja tällaisille tilanteille aineistosta löytyi kolme yleistä syntymekanismia.

Oppilaan esittämä yllättävä kysymys

Tunneilla syntyi OTF-tilanteita usein oppilaan kysyessä opettajalta opetettavaan aiheeseen tai meneillä olevaan oppilastyöhön liittyviä kysymyksiä. Tämän tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin muihin asioihin liittyvät kysymykset ja niistä syntyneet keskustelut. Tällaisia kysymyksiä olivat esimerkiksi koulun yleiseen elämään tai opetettavan aiheen ulkopuolelle jäävät fysiikkaan liittyvät kysymykset. Opettajalle oppilaiden esittämät kysymykset tulevat yleensä yllätyksenä, kuten taulukossa 7 esitetyssä keskustelussa. Siinä opettaja luennoi luokan edessä valon heijastumisesta ja esineiden näkemisestä, kunnes oppilas esitti opettajalle yllättävän kysymyksen. Yllättävät kysymykset toimivat hyvinä lähtökohtina formatiiviselle arvioinnille.

Taulukko 7. Tunnilla oppilaan yllättävästä kysymyksestä syntyi OTF-formatiivinen arviointitilanne. Keskustelujen vuoropuheista analysoitiin myös ESRU-syklin komponentit.

Oppilas 1	Se lähettää valoa.	
Opettaja	Se lähettää valoa. Kumpi muuten on, lähettääkö tiskirätti valoa vai heijastuuko valo tiskirätistä?	
Oppilas 2	Heijastuu.	
Opettaja	Kyllä.	
Oppilas 3	Mutta mistä se heijastuu?	S
Opettaja	Mistä se heijastuu? Tästä tiskirätistä.	R
Oppilas 3	Niinku, eiku joka puolelta.	S
Opettaja	Tai siis tähän tiskirättiin osuu monesta suunnasta valoa	R
Oppilas 3	Eihän tuolla esimerkiksi oo mitään lamppua (<i>osoittaa luokan etuseinää</i>).	S
Opettaja	Täällä?	E
Oppilas 3	Nii, miten se voi olla, että näkee tuon tiskirätin sieltäkin?	S
Opettaja	Anteeks? Voi nähdä. Täältä voi nähdä tiskirätin tästä kohdasta. No totta kai! Koska missä täällä on valonlähteet täällä luokassa?	U

Oppilaan kysymys keskeytti opettajan luennoinnin ja synnytti formatiivista arviointia sisältävän keskustelun. Opettaja kysyi ja reagoi oppilaan vastauksiin ja sai selville oppilaan käsityksen ja ymmärryksen tilanteesta. Tätä tietoa hyväksikäyttäen opettaja syvensi oppilaan käsitystä valosta ja esineiden näkemisestä (Taulukko 7).

Oppilaan yllättävä kommentti/vastaus

Tunneilla havaittiin myös muita kuin oppilaan kysymyksestä alkaneita OTF-formatiivista arviointia sisältäviä keskusteluja. Monesti oppilaat eivät ymmärtäneet tehtävänantoa tai mitä oppilastyössä tapahtui. Oppilaiden vaikeudet ymmärtää tehtävänanto ilmeni opettajan aloittaman keskustelun aikana. Opettaja saattoi kuulla myös selkeitä väärinymmärryksiä sisältäviä kommentteja oppilaiden keskinäisissä keskusteluissa. Keskustelutilanteissa opettaja joutui kyselemällä selvittämään oppilaiden ajatuksia ja kuinka paljon heillä oli ymmärrystä opetetusta asiasta. Keskustelusta saattoi paljastua jopa oppilaiden virhekäsityksiä. Oppilaiden kanssa keskusteleminen on hedelmällistä, jos se päättyy siten, että opettaja käyttää keskustelun aikana saatua tietoa hyväkseen. Taulukossa 8 on esitettyä tilanne, jossa opettaja oli opastamassa oppilaita seuraavaan tehtävään, mutta hänelle selvisi, että oppilaat eivät ole ymmärtäneet vielä edellistäkään tehtävää. Tilanteessa opettajan täytyi selvittää, miten oppilaat ymmärsivät valon taittumisen ja keskustelussa ilmenikin, että oppilaat eivät olleet asiasta samaa mieltä.

Taulukko 8. Keskustelutilanne, jossa opettaja on selittämässä oppilaille tehtävän seuraavaa vaihetta, kunnes oppilaat sanovatkin etteivät ole ymmärtäneet edellistä tehtävää.

Opettaja:	Jos ootte tehny ne mittaukset, niin voitte miettiä vähä tätä (<i>näyttää tehtäväpaperin toista tehtävää</i>)	
Oppilas 1	Mutta, kun me ei ymmärretä tätä.	S
Opettaja	Ettekö?	R
Oppilas 2	Ei.	S
Opettaja	Minkälaisessa tilanteessa se valo taittuu normaaliin päin? Kattokaapa. No nyt esimerkiksi taittuuko se nytte?	E
Oppilas 1	Ei.	S
Oppilas 3	Taittuu.	S
Oppilas 1	Ei ku se tulee tästä näin täältä pois päin.	S
Oppilas 2	Niin se taittuu tänne päin.	S
Opettaja	Niin taittuu, ihan oikein.	R
Oppilas 1	Aa niin joo.	S
Opettaja	Niin taittuu. Eli nyt se näyttäs siltä. Sä ehkä suotta katot nollakulmaa, koska nyt se ei... Pidäpä toi 90 asteen kulma. Nyt jos ajatellaan, että tämä on ilmaa ja lasia niin se valonsäde hiipii tuota ilman pintaa pitkin, ei se mene siihen aineeseen. Nyt jos otat pikkusen kulmaa. Nosta tästä. Pienennä sitä kulmaa. Nyt se lähtee selvästi taittumaan.	U

Keskustelutilanne päättyi siten, että opettajalle selvisi, etteivät oppilaat ole ymmärtäneet valon taittumista ja tätä tietoa hyväksikäyttäen opettaja muutti suunnitelmaansa mennä eteenpäin opetuksessa ja selittikin tarkemmin valon taittumisen.

Oppilaiden työrauhaa häiritsevä toiminta

Tilanteet, joissa opettaja joutui puuttumaan oppilaiden tuntikäytökseen, synnytti formatiivista arviointia sisältäviä keskusteluja. Tällaisten keskustelujen arvioitiin olevan OTF-keskusteluja, koska ilman häiritsevää käytöstä, opettaja ei välttämättä olisi puuttunut oppilaiden työskentelyyn ja sitä kautta kysynyt oppilaiden edistymisestä. Esimerkkinä tällaisesta tilanteesta nähdään taulukossa 9 esitetty keskustelu. Tunnilla oppilas häiritsti muita oppilaita koettaen viestiä luokan toisessa päässä olevan oppilaan kanssa. Opettaja joutui puuttumaan tähän käytökseen. Tämän jälkeen opettaja kysyi oppilaalta oppilastyön etenemisestä ja keskustelusta selvisi, etteivät oppilaat osanneet tehdä tekemästään työstä johtopäätöksiä.

Taulukko 9. Luokkatilanne, jossa opettaja joutuu puuttumaan oppilaan käytökseen ja sen vuoksi myös tarkistaa, että oppilaan työskentely etenee.

Opettaja:	Oppilas 1. Ei kuulu tunnille (<i>tuollainen käytös</i>). Joko te ootte tehny jo tiheämmästä harvempaan?	E
Oppilas 1	No tossa se on (<i>osoittaa vierustoverin paperia</i>)	S
Opettaja	Niin. Mut onko sullakin?	E
Oppilas 1	On.	S
Opettaja	No saitteko te ne johtopäätökset tehtyä? Nämä. Eli sit siihen taulukon perään pitäis kirjoittaa nuo.	E
Oppilas 1	No en minä ossaa...	S
Opettaja	Missä tilanteissa? Mitkä on yhteistä niille tilanteille, kun se kääntyy normaaliin päin?	U

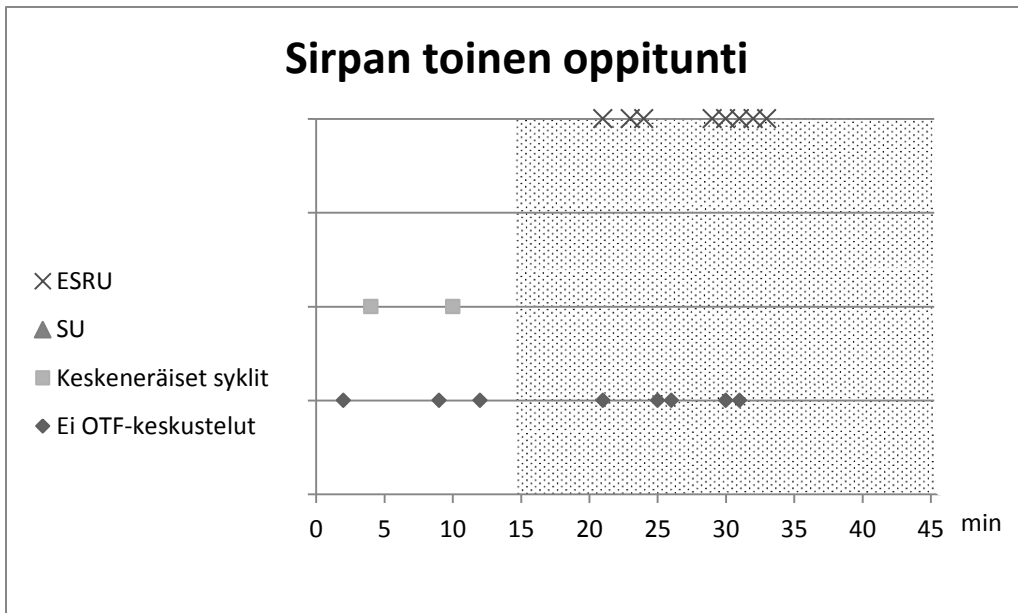
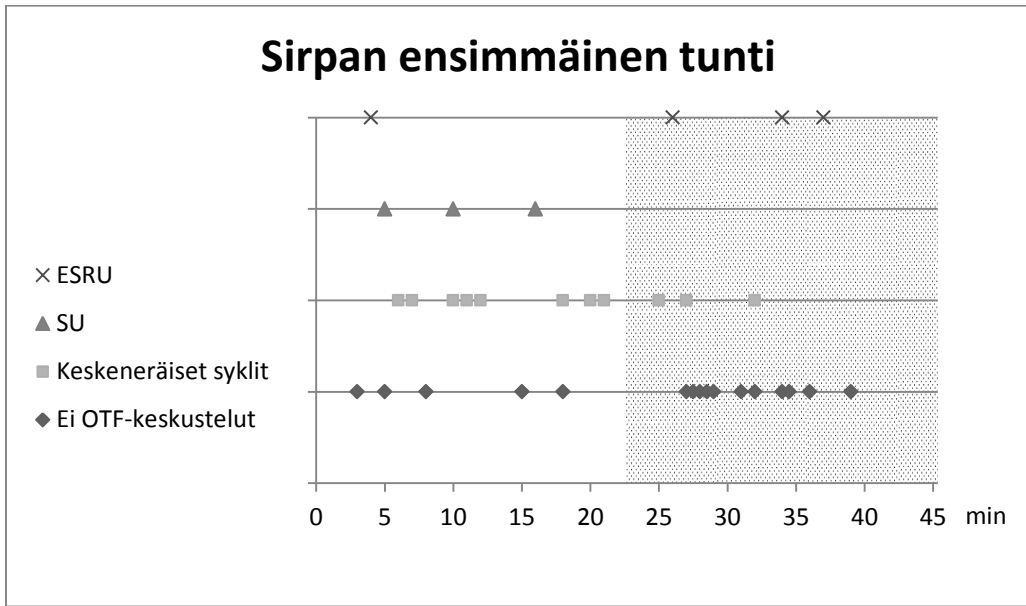
Taulukossa 10 on esitettyä tuntien aikana esiintyneiden oppilaiden ja opettajien välisten merkittävien, tunnin aihetta koskevien keskustelujen määrä sekä kuinka suuressa osassa näistä keskusteluista oli OTF-arviointia sisältäneitä tilanteita. Tunneilla käytiin paljon muutakin kuin opetettavaan asiaan liittyviä keskusteluja. Tällaisia keskusteluja ei otettu tarkempaan analyysiin. Esimerkiksi Matin toisella tunnilla syntyi 15 keskustelua, jotka liittyivät tuntiin ja opetettavaan aiheeseen ja näistä 15 keskustelusta yksi keskustelu oli määritellyn OTF-arviointia sisältäneen keskustelun mukainen (Taulukko 10).

Taulukko 10. OTF-keskustelujen määrä ja kaikkien keskustelujen määrä (sulkeissa) oppitunneilla.

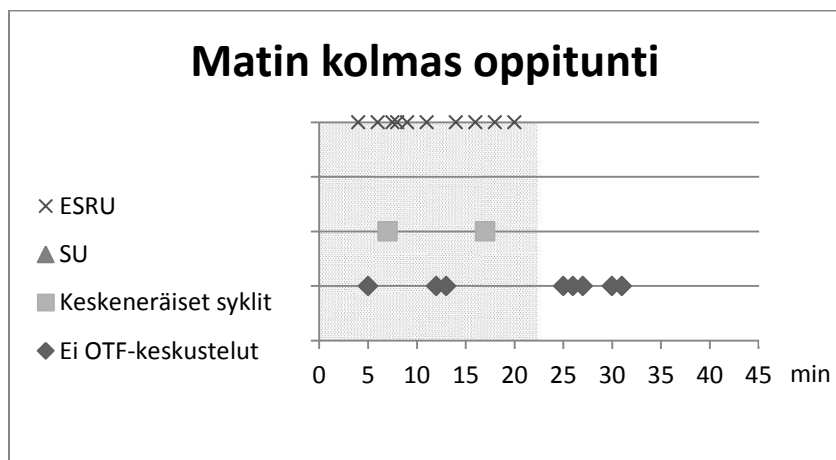
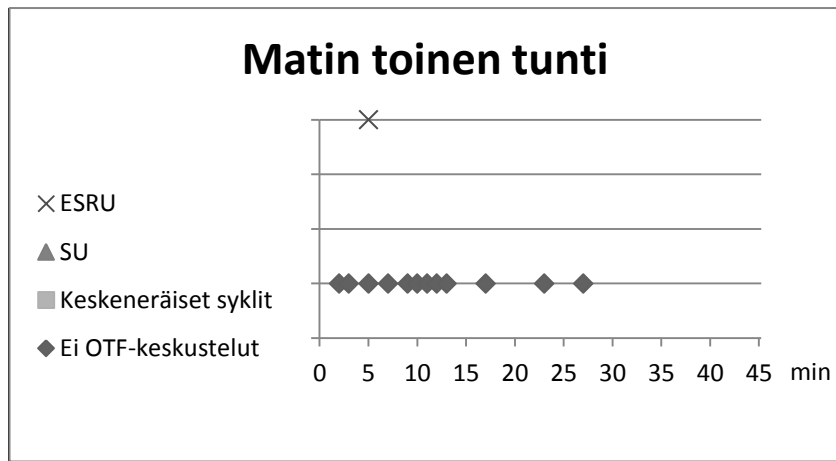
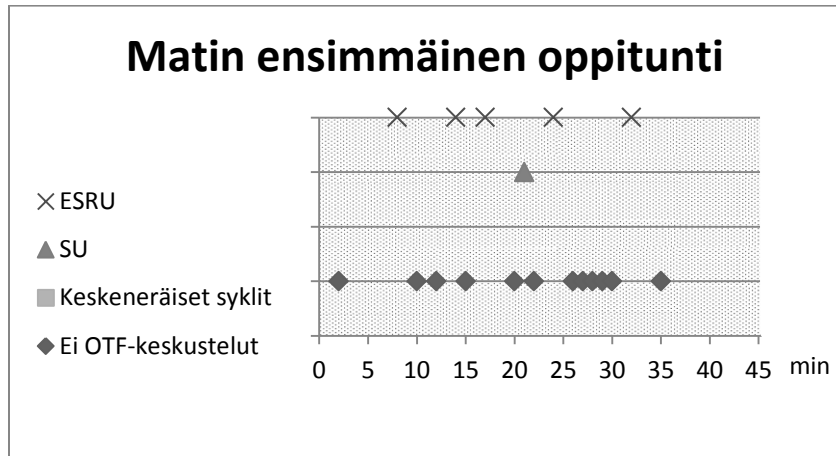
	1. oppitunti	2. oppitunti	3. oppitunti
Sirpa	18 (34)	10 (19)	
Matti	6 (16)	1 (15)	11 (20)

5.2. Keskustelut eri tuntivaiheissa

Molemmat opettajat teettivät luokallaan samat oppilastyöt, peilitutkimuksen ja tietokonesimulaation valon taitumisesta. Samanlaisesta tehtävänannosta johtuen tunnit jakautuivat opettajajohtoiseen ja tutkivan oppimisen tuntivaiheisiin. Ajankäytön erilaisuudesta johtuen samaan kokonaisuuteen opettajilla kului eri määrä oppitunteja: Sirpa piti oppikokonaisuuden kahden oppitunnin aikana ja Matti käytti samaan kokonaisuuteen kolme oppituntia. Kuvissa 2 ja 3 on esitettyä taulukon 10 keskustelut huomioiden kysymysten esiintymisaika tunnilla, mikä vaihe tunnista oli menossa ja oliko keskustelu OTF-arviointia sisältävä keskustelu vai ei. Lisäksi tuntien OTF-keskustelut jaettiin kategorioihin sen mukaan, syntyikö keskustelussa formatiivista arviointia, eli ESRU- tai SU-syklejä vai jäivätkö keskustelut formatiivisen arvioinnin kannalta keskeneräisiksi.



Kuva 2. Sirpa piti kaksi oppituntia ja tunnilla esiintyneet oppilaiden ja opettajan väliset keskustelut jakautuivat tunnin kahteen eri vaiheeseen. Valkealla pohjalla esitetyt keskustelut syntyivät opettajajohtoisessa vaiheessa oppituntia. Harmaalla pohjalla tunti eteni tutkivan oppimisen ehdoilla. Keskustelujen sisältö analysoitiin ESRU-, SU- sekä keskeneräisiin sykleihin. Myös merkittävät keskustelut, jotka eivät olleet OTF-keskusteluja merkattiin kuviin.



Kuva 3. Matti piti kolme oppituntia ja tunneilla esiintyneet keskustelut jakautuivat kahteen eri tuntivaiheeseen. Valkoisella pohjalla tunti oli opettajajohtoisessa vaiheessa ja harmaalla pohjalla tunti eteni tutkivan oppimisen ehdoilla. Keskustelujen sisältö analysoitiin ESRU-, SU- sekä keskeneräisiin sykleihin. Myös merkittävät keskustelut, jotka eivät olleet OTF-keskusteluja merkattiin kuviin.

Ei OTF-keskustelut tarkoittivat keskusteluja, jotka liittyivät oppitunnin aiheeseen tai oppilastyöhön, mutta eivät sisältäneet OTF-arviointia. Useimmin nämä keskustelut olivat opettajan aloittamia ja opettajan ehdoilla käytyjä keskusteluja. Keskeneräiset syklit-kategoriaan luokiteltiin keskustelut, jotka olivat opetuksen kannalta merkityksellisiä, mutta niitä ei voitu luokitella ESRU-kategorioihin, koska keskusteluista puuttui opettajan U-komponentti eli formatiivinen arviointi. Useasti tämä oli oppilaan esittämän kysymyksen ja opettajan lyhyen vastauksen muodostama SR-sykli. Myös ESR- ja ES-syklit kuuluivat tähän kategoriaan (Kuva 2 ja 3). SU-kategoriaan luokiteltiin oppilaan kysymyksestä alkaneet keskustelut, joissa opettajan vastaus kysymykseen tulkittiin formatiiviseksi arvioinniksi. OTF-formatiivista arviointia sisältäneet keskustelut, joista tunnistettiin yksi tai useita ESRU-syklejä luokiteltiin omaksi kategoriaksi ja nämä keskustelut on esitettyinä kuvissa 2 ja 3 ylimmällä rivillä. Tunnin eri vaiheet kuvattiin erilaisella väripohjalla. Harmaalla pohjalla oppitunti oli tutkivan oppimisen vaiheessa ja valkealla pohjalla opettajajohtoisessa vaiheessa. Sirpalla molemmat tunnit jakautuivat kahteen eri vaiheeseen (Kuva 2). Matin kolme oppituntia jakautui siten, että ensimmäinen tunneista oli kokonaan tutkivan oppimisen tunti, toinen opettajajohtoinen ja kolmas oppitunti oli jaettu kahteen eri vaiheeseen (Kuva 3).

Ei OTF-keskustelut jakautuivat tasaisesti molempien oppituntivaiheiden kesken, koska opettaja esitti kysymyksiä niin opettajajohtoisessa kuin tutkivan oppimisen vaiheessa (Kuvat 2 ja 3). Sirpalla havaittiin useampia OTF-keskusteluita tutkivan oppimisen vaiheessa. Sama havaittiin Matin oppitunneilla, erityisesti kolmannen oppitunnin vaihtuessa

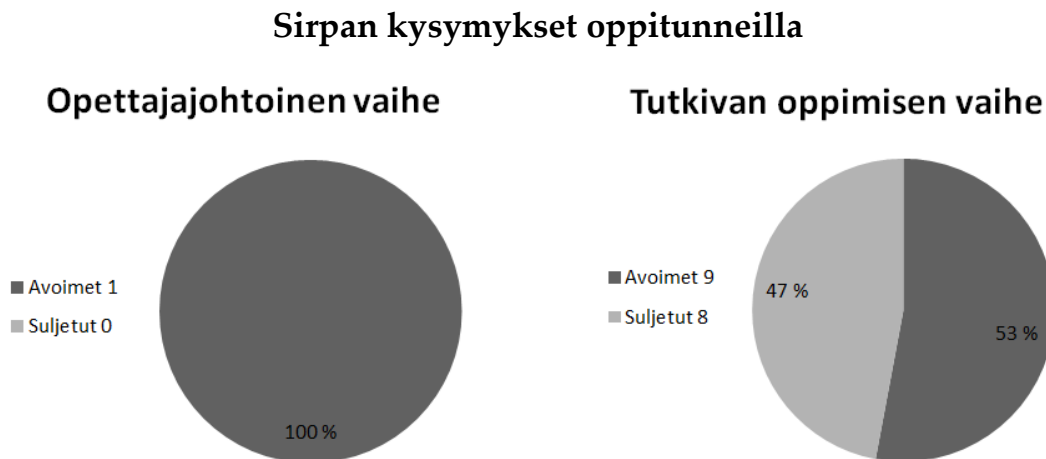
opettajajohtoiseen opetusvaiheeseen, jolloin OTF- keskusteluja ei enää ilmennyt (Kuvat 2 ja 3).

ESRU-sykliden esiintymistiheyttä tarkasteltiin myös oppituntien eri vaiheissa (Kuvat 2 ja 3). Sirpa piti kahden oppitunnin ajan yhteensä 41 minuuttia opettajajohtoisesta opetuksesta ja 41 minuuttia tutkivan oppimisen vaiheeseen. Opettajajohtoisessa vaiheessa tuntia syntyi neljä OTF-formatiivista arviointia sisältävää, ESRU- tai SU-sykliden mukaista keskustelua. Tutkivan oppimisen vaiheessa vastaavia keskusteluja syntyi 11 (Kuva 2). Matilla vastaavasti opettajajohtoiseen työskentelyyn kului 42 minuuttia ja tutkivaan oppimiseen kului aikaa 57 minuuttia. Opettajajohtoisessa vaiheessa syntyi yksi ainoa ESRU-syklejä sisältävä OTF-arviointia sisältänyt keskustelu, kun taas oppilastyössä tutkivan oppimisen vaiheessa ESRU- tai SU-syklejä sisältäviä keskusteluja syntyi 15 (Kuva 3). Sirpan oppitunnilla runsas keskeneräisten syklien esiintymistiheys johtui oppilaiden aktiivisesta kyselystä. Kysymysten suuresta määrästä johtuen, opettajan vastaukset olivat usein lyhyitä ja tämä näkyi suurena määränä SR-syklejä.

5.2. Kysymystyyppit oppitunnin eri vaiheissa

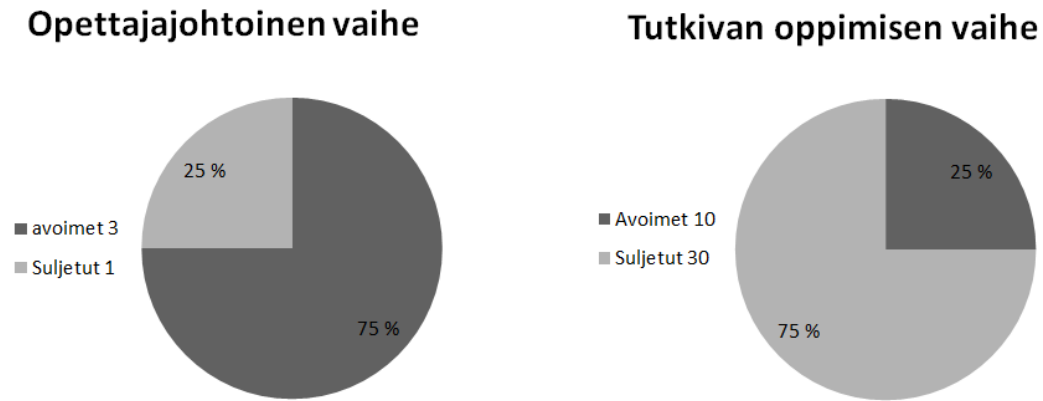
Opettajien OTF-arviointia sisältäneiden keskustelujen aikana syntyneet kysymykset kategorisoitiin avoimiksi ja suljetuiksi kysymyksiksi. Avoimet kysymykset olivat aitoja kysymyksiä oppilaan ajattelusta ja käsityksistä, joihin ei ollut yhtä oikeaa vastausta. Suljetut kysymykset koskivat jotain tietyn faktan muistamista tai kysymyksen asetelussa asetettiin vaihtoehdot,

joista oppilas voi valita vastauksen, kuten taittuuko valo vai ei. Kuvissa 4 ja 5 on esitettyä analysoituna molempien opettajien kysymykset tuntien eri vaiheissa siten, että kuvissa tarkastellaan erikseen opettajajohtoisen vaiheen ja tutkivan oppimisen vaiheen kysymystyyppejä. Kuviin on myös merkattu, kuinka monta erilaista kysymystä eri tuntivaiheessa opettajat esittivät. Sirpan kysymykset on esitettyä kuvassa 4 ja Matin kysymykset on esitettyä kuvassa 5.



Kuva 4. Sirpan OTF-arviointia sisältäneiden keskustelujen aikana esiintyneiden kysymysten tyypit eri oppituntin vaiheissa. Opettajajohtoista opetusta kahdella tunnilla oli 41 minuuttia ja tuona aikana opettaja kysyi yhden avoimen kysymyksen OTF-arviointia sisältäneessä keskustelussa. Tutkivan oppimisen vaiheessa avoimia kysymyksiä esiintyi yhdeksän ja suljettuja kysymyksiä kahdeksan.

Matin kysymykset oppitunneilla



Kuva 5. Matin OTF-arviointia sisältäneiden keskustelujen aikana esittämät kysymykset. Opettajajohtoisesta opetusta oli 42 minuuttia, jonka aikana OTF-keskustelujen aikana esiintyi kolme avointa ja yksi suljettu kysymys. Tutkivaan oppimiseen kului aikaa 57 minuuttia, jonka aikana opettaja esitti OTF-keskusteluissa 10 avointa ja 30 suljettua kysymystä.

Opettajien kysymysten määrä ja tyyppi muuttui riippuen siitä, oliko tunti opettajajohtoisessa vai tutkivan oppimisen vaiheessa. Sirpalla opettajajohtoisessa vaiheessa oppituntia ilmeni ainoastaan yksi avoin kysymys OTF-keskustelutilanteessa. Tämä syntyi tilanteessa, jossa oppilas epäili opettajan sanoja ja opettaja pyysi selventämään kysymystään:

Opettaja: *Joo kaikki palavat materiaalit ja hehkuvat kappaleet lähettää valoa.*

Oppilas: *Mutta eihän ihan kaikki?*

Opettaja: *No esimerkiksi?*

Sirpalla ei opettajajohtoisessa vaiheessa esiintynyt OTF-tilanteissa muita kysymyksiä vaan opettaja vastaili oppilaiden kysymyksiin ja tämä näkyy kuvassa 4 suurena määränä keskeneräisiä ja SU-syklejä. Tutkivan oppimisen

vaiheessa Sirpalla esiintyneet kysymykset jakautuivat tasaisesti avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin.

Matin erilaisten kysymysten määrä riippui tunnin vaiheesta (Kuva 5). Opettajajohtoisessa vaiheessa avoimia kysymyksiä oli useampia, kun tutkivan oppimisen vaiheessa suurin osa opettajan esittämistä kysymyksistä olivat suljettuja. Kysymysten kokonaismäärä myös erosi selvästi eri oppitunnin vaiheissa. Tutkivan oppimisen vaiheessa syntyi enemmän OTF-keskusteluja ja tällöin opettaja esitti näissä keskusteluissa paljon myös kysymyksiä (Kuva 5).

6 Johtopäätökset

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia erilaisten oppituntivaiheiden vaikutusta informaaliin, on-the-fly formatiiviseen arviointiin. Opettajien ja oppilaiden välille syntyneitä OTF-tilanteita arvioitiin ESRU-sykliden perusteella, koska on osoitettu, että tällainen keskustelurakenne tukee oppilaan oppimista (Ruiz-Primo & Furtak, 2006). Lisäksi opettajien tekemiä kysymyksiä OTF-tilanteissa arvioitiin jakamalla ne kahteen kategoriaan, avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin. Kahden eri opettajan, yhteensä viiden eri oppitunnin aikana syntyneestä aineistosta tarkasteltiin opettajien ja oppilaiden välisiä keskusteluja. Aineistosta etsittiin kaikki merkitykselliset keskustelut ja osa keskusteluista merkattiin OTF-keskusteluiksi. OTF-keskustelujen laatua tarkasteltiin ESRU-sykliden muodossa ja opettajien esittämät kysymykset kategorisoitiin avoimiksi ja suljetuiksi kysymyksiksi.

Formatiivisen arvioinnin pääroolissa ovat opettajat. Tässä tutkimuksessa olleet opettajat olivat molemmat jo kokeneita opetusalan ammattilaisia. Heille oli tarjottu tutkijoiden puolesta valmiiksi valmistellut oppilastyöt, mutta heille ei erikseen painotettu formatiivisen arvioinnin tärkeyttä tai annettu koulutusta ESRU-sykleihin tai erilaisten kysymysten laatimiseen. Tämän vuoksi aineistosta tuli esille molempien opettajien oma tyyli opettaa. Opettajajohtoinen vaihe oli molemmilla opettajilla samanlainen luennointityylinen ja molemmat opettajat kirjoituttivat oppilaillaan muistiinpanoja. Selkeimmin erot opettajissa tulivat esiin tutkivan oppimisen vaiheessa, mikä havaittiin selkeimmin kuvista 2 ja 3, joissa esitettiin molempien opettajien tuntien aikana käydyt keskustelut. Sirpa oli aktiivinen

kyselijä ja hän kiersi luokassa parilta parille kysellen, missä vaiheessa työtä he ovat ja minkälaisia tuloksia he ovat saaneet. Matti pysytteli enemmän taustalla ja tuli aina tarvittaessa oppilaiden avuksi. Hän oli oppilaiden saatavilla, mutta ei itse aktiivisesti kysellyt oppilailta työstä. Myös luokkien välillä oli selkeitä eroja siinä, kuinka paljon oppilaat ottivat osaa opetukseen esittäen kysymyksiä ja kommentoiden opetusta.

Sirpalla oli selkeästi vilkkaampi, haastavampi luokka ja tunnilla esiintyi työrauhaa häiritsevää toimintaa. Luokka oli kuitenkin kiinnostunut opetettavista asioista ja oppilaat olivat hyvin aktiivisia kyselijöitä. Tämä tuli hyvin esille Sirpan opettajajohtoisessa vaiheessa, kun oppilaat kysyivät jatkuvasti opettajalta kysymyksiä. Opettaja joutui selkeästi vastailemaan lyhyesti, jotta saisi vietyä tuntia eteenpäin. Tämä näkyy suurena määränä OTF-tilanteita kuvassa 2. Matin luokka oli rauhallisempi ja opettajajohtoinen vaihe tunneista eteni opettajan kontrollissa ja oppilailta tuli hyvin vähän kysymyksiä. Molemmissa luokissa esiintyi työrauhaongelmia ja opettajat joutuivat välillä puuttumaan oppilaiden käytökseen. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että tällaiset hetket, jolloin oppilaat eivät keskittyneet työhön vaan toimivat tunnilla työrauhaa häiriten, synnytti OTF-formatiivista arviointia sisältäviä keskusteluja. Opettajat joutuivat puuttumaan oppilaiden käytökseen, kun he häiritsivät tunnin etenemistä ja tällaisissa tilanteissa, opettajat halusivat tarkistaa, mitä oppilaat ovat tehneet ja ovatko he ymmärtäneet opetettua asiaa. Ilman häiriökäyttäytymistä, tällainen opettajan huomio olisi saattanut jäädä kokonaan tapahtumatta. Huolimatta luokkien ja opettajien erilaisuudesta, voidaan tuloksista tehdä jotain johtopäätöksiä ja hakea vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Kuinka fysiikan oppituntien tuntirakenne vaikuttaa OTF-arviointia sisältävien keskustelujen määrään?

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, kuinka oppituntien rakenne vaikuttaa OTF-formatiivisen arviointitilanteiden määrään. Oppitunnit jakautuivat opettajajohtoiseen ja tutkivan oppimisen vaiheeseen. Opettajajohtoisessa vaiheessa opettaja luennoi luokan edessä opettaen teoriaa valon heijastumisesta ja taittumisesta. Tutkivan oppimisen vaiheessa oppilaat työskentelivät pareittain ennalta suunniteltujen oppilastöiden parissa, jotka käsittelivät valon heijastumista ja taittumista. Opettajien ja oppilaiden välisistä keskusteluista poimittiin OTF-arviointia sisältäneet keskustelut ja tulokset on esitettyä kuvissa 2 ja 3. Kuvista havaitaan, kuinka opettajan aloittamat, ei-OTF-tilanteissa syntyvät keskustelut esiintyvät tunneilla tasaisesti. Opettaja esitti kysymyksiä oppilaille oppitunnin jokaisessa vaiheessa ja piti näin tunnin etenemistä kontrollissa. Siirryttäessä tutkivan oppimisen vaiheeseen havaittiin molempien opettajien tunneilla selkeä OTF-arviointia sisältäneiden keskustelujen määrän kasvu. Sirpan ensimmäisellä tunnilla esiintyi muutama OTF-keskustelu opettajajohtoisessa vaiheessa ja Matilla ainoastaan yksi tällainen keskustelu toisella oppitunnilla opettajajohtoisessa vaiheessa. Tutkivan oppimisen vaiheeseen siirryttäessä OTF-tilanteita esiintyi molemmilla opettajilla ja ero oli hyvin selkeä eri oppitunnin vaiheissa. Oppitunnin eri vaiheet näyttäisivät siis vaikuttavan OTF-arviointia sisältäneiden keskustelujen määrään, mikä on hyvä asia oppimisen kannalta.

Kuten Shavelson ym. (2008) määritteli on-the-fly formatiivisen arvioinnin, tällaiset OTF-tilanteet tulevat opettajalle yllättäen. Ne voivat syntyä oppilaan yllättävistä kysymyksistä tai opettajan sivusta kuulemista oppilaiden väärinkäsityksistä. On luonnollista, että tuntitilanteessa, jossa oppilaat keskittyvät heille osoitettuun tehtävään, syntyy konflikteja aiemmin opitun ja uutena tulevan asian välillä. Nämä konfliktit synnyttävät keskustelua oppilaiden kesken sekä yllättäviä kysymyksiä opettajalle. Tämä näkyi OTF-keskustelujen määrässä siirryttäessä tutkivan oppimisen vaiheeseen (Kuvat 2 ja 3).

Kuinka oppituntien rakenne vaikuttaa OTF-arviointiin laadullisesti?

Määrän lisäksi tutkittiin, kuinka oppitunnin eri vaiheet vaikuttivat OTF-arviointia sisältäviin keskusteluihin laadullisesti. Laadullisena mittarina käytettiin tässä tutkimuksessa kokonaisten ESRU-syklien esiintymistä. Tutkiessaan informaalia formatiivista arviointia Ruiz-Primo ja Furtak (2006) havaitsivat, että mitä enemmän keskustelut opettajien ja oppilaiden välillä noudattavat ESRU-syklejä, sitä parempia tuloksia oppilaat saavuttivat. Siksi aineistosta selvitetiin OTF-tilanteissa syntyneiden keskustelujen etenemistä ESRU-syklien kannalta. Tärkeimpänä laadun kriteerinä oli ESRU-syklin viimeinen U-vaihe. Formattiivisen arvioinnin katsottiin olevan laadullisesti hyvää, kun keskustelu päättyi opettajan U-komponenttiin eli opettaja käytti keskustelusta saatua informaatiota muokatakseen omaa opetustaan sopimaan paremmin oppilaiden tarpeisiin. Tällaista arviointia sisälsivät ESRU- sekä SU-syklit.

Kuten kuvista 2 ja 3 havaitaan, molemmilla opettajilla esiintyi niin kokonaisia ESRU ja SU-syklejä kuin keskeytyneitä ESRU-syklejä. Sirpalla keskeytyneitä ESRU-syklejä oli huomattavasti enemmän ja ne jakautuivat molempiin tuntivaiheisiin. Ensimmäisen oppitunnin runsas määrä keskeytyneitä ESRU-syklejä johtui oppilaiden esittämistä useista kysymyksistä. Opettaja ei voinut puuttua jokaiseen kysymykseen ja tunnilla esiintyneeseen asiaan, koska muuten tunti ei olisi edennyt. Osittain keskeneräisten syklien määrä selittyi myös tuntityöskentelyä häiritsevilla asioilla. Matilla OTF-keskusteluissa havaittiin ainoastaan kaksi keskeneräistä ESRU-sykliä ja nämä esiintyivät tutkivan oppimisen vaiheessa.

Keskeytyneille ESRU-sykleille ei löydetty yhteisiä tekijöitä vaan keskeytyksen syitä oli monia. Joissain tapauksissa opettajan vastaus oppilaan kysymykseen ei ollut tarpeeksi kattava, jotta se olisi voitu tulkita formatiiviseksi arvioinniksi. Osassa tapauksissa vastaamatta jättäminen oli opettajan tietoinen päätös, kuten tunnin edetessä odottamattoman hitaasti. Sirpa joutui ajankäytön vuoksi ohittamaan OTF-tilanteita. Esimerkiksi opettajan keskustellessa luokan kanssa valon taittumisesta hän näytti oppilaille esimerkin valon taittumisesta kynän ja vesilasin avulla. Opettaja myös puhui kaloista veden alla, miten ne eivät ole oikeasti siinä paikassa, miltä ne näyttävät. Oppilas kommentoi tähän, "Eli jos vaikka joku pieni kala niin se saattaa näyttää oikeassa valossa ihan metrimammunalta." Opettaja ohitti tämän selkeän väärinkäsityksen puuttumatta siihen ja yritti viedä tuntia eteenpäin.

Opettajilla on paljon erilaisia tapoja käyttää keskustelusta saatua tietoa hyväksi opetuksessa. Esimerkiksi Ruiz-Primo ja Furtak (2006) esittelivät artikkelissaan kymmenen erilaista strategiaa U-komponenttiin eli formatiiviseen arviointiin, joten keskustelusta saadusta tiedosta voi hyötyä hyvin monella eri tavalla. Opettajille ei oltu esitelty näitä menetelmiä ennen tunteja eikä heille pidetty erillistä koulutusta informaalista arvioinnista. Tämän vuoksi on vaikea sanoa, aiheuttiko eri tuntivaiheet haasteita informaaliin arviointiin vai oliko formatiivisen arvioinnin välttäminen joissain tilanteissa vain opettajien tyyli opettaa.

Muuttuuko opettajien kysymystyyppit OTF-arviointia sisältävissä keskusteluissa oppituntirakenteen muuttuessa?

Kysymysten merkityksestä oppimiseen on tehty useita tutkimuksia, joiden mukaan kysymysten määrällä ja laadulla on merkitystä oppimisen kannalta. Useita tutkimuksia käsitelleessä julkaisussa, jossa tutkittiin korkean kognitiivisen tason ja matalamman kognitiivisen tason kysymysten merkitystä oppimiseen, havaittiin korkean kognitiivisen tason kysymysten vaikuttavan positiivisesti oppimiseen (Winne, 1979). Teoriaosuudessa esille tuotu Torrance ja Pryorin (2001) tutkimus divergenttien kysymysten positiivisesta vaikutuksesta formatiiviseen arviointiin vahvistaa myös avoimien kysymysten merkitystä oppimiseen. Tässä tutkimuksessa kysymykset jaettiin avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin, joista avoimet kysymykset edustivat korkeamman kognitiivisen tason kysymyksiä ja suljetut kysymykset alemman kognitiivisen tason kysymyksiä (Harlen, 2006).

Koska avoimien kysymysten vaikutukset oppimiseen eri tutkimusten perusteella vaikuttavat positiivisilta, voidaan siis perustellusti tarkastella avoimien ja suljettujen kysymysten suhdetta eri tuntirakenteissa ja tehdä tästä johtopäätöksiä kysymysten laadusta.

Tuloksissa tarkasteltiin molempien opettajien avoimia ja suljettuja kysymyksiä opettajajohtoisessa ja tutkivan oppimisen vaiheessa, jotka esiintyivät OTF-keskustelujen aikana. Sirpa esitti opettajajohtoisessa vaiheessa yhden avoimen kysymyksen ja tutkivan oppimisen vaiheessa yhdeksän avointa ja kahdeksan suljettua kysymystä (Kuva 4). Matti esitti opettajajohtoisessa vaiheessa OTF-keskusteluissa kolme avointa ja yhden suljetun kysymyksen. Tutkivan oppimisen vaiheessa Matti esitti 10 avointa kysymystä ja 30 suljettua kysymystä (Kuva 5). Tuloksista havaittiin selkeästi tutkivan oppimisen vaiheen kasvattavan OTF-keskusteluissa esiintyvien kysymysten määrää. Matilla havaittiin myös selkeä muutos kysymysten laadussa myös eri vaiheiden välillä. Avoimien ja suljettujen kysymysten suhde oli kääntäen verrannollinen tunnin kahteen eri vaiheeseen. Opettajajohtoisessa vaiheessa opettaja esitti enemmän avoimia kysymyksiä, kun taas tutkivan oppimisen vaiheessa opettaja esitti enemmän suljettuja kysymyksiä. Matilla avoimia kysymyksiä näytti esiintyvän enemmän molemmissa vaiheissa, mutta vertailua hankaloitti hyvin erilaiset kysymysten esiintymismäärät. Yksi ainoa kysymys opettajajohtoisessa vaiheessa kertoi enemmän opettajasta kuin tuntivaiheen vaikutuksesta kysymyksiin.

Tulokset osoittivat, että Matin kysymykset muuttuivat suurimmaksi osaksi suljetuiksi kysymyksiksi siirryttäessä tutkivan oppimisen vaiheeseen

(Kuva 5). Tulokset olivat yhteensopivia myös muiden tutkimusten kanssa. Tutkimukset osoittavat, että luonnontieteiden oppitunneilla esitetään pääosin alemman kognitiivisen tason kysymyksiä, jotka vaativat kyllä/ei vastauksia tai pyytävät muistamaan yksittäisiä faktoja (Krueger & Sutton, 2001). On myös osoitettu, että tutkivan oppimisen vaiheen aikana opettajilla on vaikeuksia esittää hyviä tieteellisiä kysymyksiä (Shapiro, 1996). Sirpan kysymykset tutkivan oppimisen vaiheessa koskivat useimmin hyvin pientä aluetta tutkimuksessa tai kysymykset olivat tuntihallinnollisia, kuten taittuuko valo normaaliin päin vai poispäin tai oletteko valmiita? Opettajalla oli kova työ saada koko luokka tekemään tutkimustyö ja vielä ymmärtämään työn perustavanlaatuinen fysiikka. Tämän vuoksi kysymykset vaikuttaisivat muuttuvan enemmän luokkaa ohjaaviksi, konvergenteiksi kysymyksiksi. Tutkivan oppimisen vaiheen haasteita ilmentää myös se, että uusien opettajien on todettu jopa välttelevän tutkivan oppimisen käyttöä opetusmetodina (Davis, Petish & Smithey, 2006).

7 Pohdinta

Oppitunti on kokonaisuus, joka koostuu hyvin monesta elementistä. Opettajan ja oppilaiden väliset suhteet, luokan yhtenäisyys ja sisäiset suhteet sekä tunnin aihe tekevät jokaisesta opetustunnista erilaisen. Niin monia kuin on opettajia, on erilaisia opetustyyliä ja niin monia kuin on luokkia, on erilaisia oppimisympäristöjä. Tämä tekee haasteelliseksi tutkia opettamista ja oppimista. On hyvin vaikeaa mitata jotain, mihin vaikuttaa erilaiset äänenpainot tai opettajan erilaiset motivaatiot tai tarkoitukset. Tämä vaikeuttaa esimerkiksi U-komponentin analysointia. Tämän työn laadulliseksi tekeekin se, että työssä joudutaan päättämään, mihin erilaisiin kategorioihin opettajien ja oppilaiden vuoropuheet kuuluvat. Myös erilaisten tilanteiden arvioiminen ulkopuolisena on vaikeaa. On esimerkiksi vaikea sanoa, jättääkö opettaja tarkoituksella oppilaiden neuvomisen kannustaakseen heitä miettimään asioita syvällisemmin vai häiriintyikö opettajan opetus jostain muusta tekijästä. Myös on-the-fly formatiivisen arvioinnin määritelmä perustuu laadulliseen arviointiin. On vaikea sanoa, milloin tilanne tulee opettajalle yllätyksenä ja tämän vuoksi täytyi OTF-tilanteiden syntymekanismeille määritellä hyvin karkeat rajat. Johtopäätöksiä tehdessä tuli ottaa huomioon tutkimuksen laadullinen luonne.

Informaali, OTF-formatiivinen arviointi on haasteellista opettajille. Kun tähän lisätään tunninhallintaa haastavia elementtejä, kuten tutkivan oppimisen tuomat haasteet, opettajan ammatilliset taidot joutuvat todelliseen koetukseen. Siksi onkin tärkeää, että tutkivan oppimisen aiheuttama OTF-tilanteiden määrän kasvu huomioidaan ja siihen osataan reagoida

oikeaoppisesti. Kuten tässä tutkimuksessa havaittiin, OTF-tilanteet kasvavat tutkivan oppimisen vaiheessa ja tämä vaikuttaa kysymystyyppeihin ainakin osalla opettajissa. Siksi olisikin tärkeää, että suunnitella oppilastyötä mietittäisiin valmiiksi myös hyviä, avoimia ja korkeamman kognitiivisen tason kysymyksiä. Kun kysymyksiä on mietitty valmiiksi, ei tunnin aikana yllättävästi syntyvät tilanteet vie opettajan huomiota hyvänlaisiksi havaituista kysymyksistä. Tässä työssä analysoitujen tuntien määrä jäi vähäiseksi. Olisikin mielenkiintoista analysoida lisää eri opettajien tunteja ja tunnistaa mahdollisia syitä ESRU-syklien keskeytymiseen. Tässä työssä ei myöskään annettu opettajille eväitä formatiiviseen arviointiin, joten tutkimusta voisi kehittää siten, että osalle opettajista annettaisiin vinkkejä OTF-arviointiin ja avoimien kysymysten esittämiseen. Tällöin voitaisiin selkeämmin osoittaa, onko tutkivalla oppimisella vaikutusta formatiiviseen arviointiin ja löytyykö oppitunneilta tekijöitä, jotka vaikuttaisivat formatiiviseen arviointiin häiritsevästi.

Viitteet

- Bangert-Drowns, R.L., Kulik, C., Kulik, J.A. & Morgan, M. (1991). Effects of frequent classroom testing. *Journal of Educational Research*, 85, 89-99.
- Beerenwinkel, A. & Börlin, J. (2014). Surface Level: Teaching Time, Lesson Phases and Types of Interaction. In Fischer, E., Labudde, P. Jeumann, K. & Viiri, J., Quality of Instruction on Physics: Comparing Finland, Switzerland and Germany, (pp. 65-80), Münster, New York: Waxmann Verlag GmbH.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2003). Assessment For Learning, Putting it to practice. England. *Open University Press*, (pp. 6-12).
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 98, 7- 68.
- Black, P. (1993). Formative and Summative Assessment by Teachers. *Assessment in education. American Educational Research Journal*, 5, 7-74.
- Bonner, S. E., (1999). Choosing Teaching Methods Based On Learning Objectives: An Integrative Framework. *Issues in Accounting Education*, 14, 11-39.
- Chapin, S.H., O'Connor, C. & Anderson N.C. (2009). Classroom Discussions: Using Talk to Help Students Learn, Grades 1-6. *Math Solutions Publications*.
- Crooks, T.J. (1988). The Impact of Classroom Evaluation Practices on Students. *Review of Educational Research. American Educational Research Association*, 58, 438-481.

Davis, E. A., Petish, D. and Smithey, J. (2006). Challenges new science teachers face. *Review of Educational Research*, 76 , 607 – 651.

Gall, M. D., Dunning, B. & Weathersby, R. (1971). Higher Cognitive Questioning, *Teacher's Handbook*. Beverly Hills, CA.: *Macmillan Educational Services*.

Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and Assessing Science*, 5-12. SAGE Publications.

Krueger, A. & Sutton, J. (2001). *EDThoughts: What We Know about Science Teaching and Learning*. Aurora, CO: *Mid-continent Research for Education and Learning*.

Laajala, I. H. A., (2015). *Formatiivisessa arvioinnissa käytettävien ESRU-sykliden tunnistamiseen ja taulukointiin käytettävään työkalun laatiminen* (julkaisematon erikoistyö). University of Jyväskylä, Finland.

Nieminen, P., Correia, C. F., Serret, N., Hähkiöniemi, M., Laajala, I., Viiri, J., & Harrison, C. (2015, September). Informal formative assessment in inquiry-based science lessons. Paper presented at the meeting of the *European Science Education Research Association*, Helsinki, Finland.

Nyquist, J. B. (2003). The benefits of reconstruing feedback as a larger system of formative assessment: a meta-analysis. Unpublished Master of Science thesis, Vanderbilt University.

Ruiz-Primo, M. A. & Furtak E. M. (2006). Informal Formative Assessment and Scientific Inquiry: Exploring Teachers' Practices and Student Learning. *Educational Assessment*, 11 (3&4), 205-235.

Schunk, D.H., Swartz, C.W., (1993). Goals and Progress Feedback: Effects on Self-Efficacy and Writing Achievement. Atlanta, GA: Paper presented at the Annual Meeting of the *American Educational Research Association*.

Shapiro, B. L. (1996). A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: Learning about the "face of science that does not yet know." *Science Education*, 80, 535-560.

Shavelson, R.J., Young, D.B., Ayala, C.C., Brandon, P.R., Furtak, E.M., Ruiz-Primo, M.A., . . . Yin, Y. (2008). On the Impact of Curriculum-Embedded Formative Assessment on Learning: A Collaboration between Curriculum and Assessment Developers. *Applied Measurement In Education*, 21, 295–314.

Taras, M. (2005). Assessment – Summative and Formative – Some Theoretical Reflections. *British Journal of Educational Studies*, 53, 466–478.

Thacker, B., Kim, E., Trefz, K. & Lea, S.M. (1994). Comparing Problem Solving Performance of Physics Students in Inquiry-Based and Traditional Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 62.

Torrance, H. & Pryor, J. (2001) Developing formative assessment in the classroom: Using action research to explore and modify theory. *British Educational Research Journal*, 27 (5). pp. 615-631.

Wiliam, D. (2010). The role of formative assessment in effective learning environments. In Dumont, H., Istance, D. & Benavides, F. (Eds.), *The Nature Of Learning*, (pp.135-159), OECD.

Winne, P. H. (1979). Experiments relating teachers' use of higher cognitive questions to student achievement. *Review of Educational Research*. 49, 13-50.

Vispoel, W. P., & Austin, J. R. (1995). Success and failure in junior high school: A critical incident approach to understanding students' attributional beliefs. *American Educational Research Journal*, 32, 377–412.