

TAPAUSTUTKIMUS OPETTAJAN PEDAGOGISESTA SISÄLTÖTIEDOSTA
Sähköopin virtapiirien opettaminen alakoulun kontekstissa

Päivi Kalliovaara

Kasvatustieteen
Pro Gradu -tutkielma
Kevät 2009
Opettajankoulutuslaitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Kalliovaara, P. Tapaustutkimus opettajan pedagogisesta sisältötiedosta. Sähköopin virtapiirien opettaminen alakoulun kontekstissa. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma, 2009, 99 sivua.

Tutkimuksen tavoitteena oli käsitteellistää opettajan tiedonalueeksi luokiteltu käsite opettajan pedagoginen sisältötieto. Lisäksi tavoitteena oli tutkia alakoulun kontekstissa opettajan pedagogista sisältötietoa sähköopin virtapiireistä. Tapaustutkimuksessa testattiin ns. sisällönesitys- taulukkoa ja videointia pedagogisen sisältötiedon tutkimusmenetelmänä. Tutkimuksella haettiin tietoa siitä, mitkä tekijät vaikuttavat opettajan pedagogiseen sisältötietoon ja millainen on alakoulun opettajan pedagoginen sisältötieto.

Pedagogisen sisältötiedon käsitteellistäminen toi esiin, että siihen nähdään vaikuttavan opettajan muut tiedonalueet eli oppiaineen sisältötieto, pedagoginen tieto ja kontekstitieto. Näistä tiedonalueista tutkimuksessa havaittiin, että oppiaineen sisältötiedon hallinnalla näyttää olevan vaikutusta esimerkiksi opetusmenetelmien kuvailuun ja ennakkokäsitysten huomioimiseen. Toisaalta tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että alakoulun opettajat käyttävät oppikirjaa ja siihen liittyvää opettajankirjaa oppiaineen sisältötiedon jäsentäjänä. Alakoulun opettajien huomataan myös tuovan esiin kontekstiin liittyviä tekijöitä sähköopin virtapiirien opetusta vaikeuttavana tekijänä. Tutkimusmenetelmän avulla ei voitu muodostaa tarkkaa kuvausta opettajan pedagogisesta sisältötiedosta.

Tutkimuksessa selvisi, että opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkiminen sisällönesitys- taulukon ja videoinnin avulla jättää tiedollisia aukkoja tutkijan ja tutkittavan välille. Tutkimusmenetelmän lisänä kannattaisi käyttää haastattelua. Tutkimusmenetelmä kuitenkin paljasti alakoulun opettajan pedagogista sisältötietoa koskevien käsitysten ja käytännön välillä olevan eroavaisuuksia. Pienen otoskoon ja tutkimusmenetelmän puutteiden takia tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä.

AVAINSANAT: opettajan pedagoginen sisältötieto, alakoulu, sähköopin virtapiirit, sisällönesitys- taulukko, videointi.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO	5
2	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIETO	7
2.1	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON TEOREETTISTA KÄSITTEELLISTÄMISTÄ	8
2.2	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON MALLIEN VERTAILUA	15
2.3	PEDAGOGISEEN SISÄLTÖTIETOOON LIITTYVÄT KÄSITTEET	17
2.3.1	<i>Oppiaineen sisältötieto</i>	17
2.3.2	<i>Pedagoginen tieto</i>	18
2.3.3	<i>Tieto kontekstista</i>	20
2.4	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON KEHITTYMINEN	20
2.5	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIETO KÄYTÄNNÖSSÄ	21
2.5.1	<i>Opetusta ohjaava oppimiskäsitys</i>	22
2.5.2	<i>Luonnontieteiden opettaminen</i>	23
2.5.3	<i>Tieto oppilaista</i>	24
3	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON TUTKIMISTA	29
3.1	PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON TUTKIMUKSISSA KÄYTETTYJÄ MENETELMIÄ.....	29
3.2	TUTKIMUSMENETELMÄ PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON HALTUUNOTTOON JA ESITTÄMISEEN	31
4	TAPAUSTUTKIMUKSEN KULKU	33
4.1	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	33
4.2	TUTKIMUSTYYPPIÄ LAADULLINEN TAPAUSTUTKIMUS	35
4.2.1	<i>Tutkimuskohteena oleva koulu</i>	36
4.2.2	<i>Tutkimukseen osallistuneet opettajat</i>	37
4.3	AINEISTON KERUU	39
4.3.1	<i>Kyselylomake</i>	39
4.3.2	<i>Oppituntien videotointi</i>	40
4.4	AINEISTON ANALYSOINTI	43
4.4.1	<i>Kyselylomakkeiden analysointi</i>	43
4.4.2	<i>Videoiden analysointi</i>	44
5	TUTKIMUSTULOKSIA	46
5.1	TUTKIMUKSEN OPETTAJIEN PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIETO SÄHKÖOPIN VIRTAPIIRIEN OPETUKSESTA.....	46
5.1.1	<i>Virtapiirien opetusta jäsentävät tärkeät aiheet verrattuna kokeneiden luonnontieteen opettajien näkemyksiin</i>	46
5.1.2	<i>Opettajien näkemykset opetuksessa huomioon otettavista asioista</i>	51
5.2	SÄHKÖOPIN VIRTAPIIRIN OPETTAMINEN KUUDENNELLA LUOKALLA	55
5.2.1	<i>Virtapiirien opetuksessa esiintyneitä käsitteitä ja aiheita</i>	55
5.2.2	<i>Sähköopin virtapiirien opettaminen käytännössä</i>	57
5.2.3	<i>Opettajan kohtaamat haasteet virtapiiritunneilla</i>	64
5.2.4	<i>Oppilaiden ajattelun huomioon ottaminen</i>	65
5.2.5	<i>Opettajan käyttämät opetusmenetelmät</i>	67
6	TULOSTEN TARKASTELUA	69
6.1	OPETTAJAN PEDAGOGISESSA SISÄLTÖTIEDOSSA SÄHKÖOPIN VIRTAPIIREISTÄ VAIKUTTAVAT TEKIJÄT ALAKOULUN KONTEKSTISSA	70
6.1.1	<i>Miten opettajat jäsentävät oppiaineen sisältötiedon verrattuna kokeneisiin luonnontieteen opettajiin?</i>	72
6.1.2	<i>Mitä tekijöitä opettajat ottavat huomioon opetuksen vaikuttavina tekijöinä?</i>	74

6.2	ALAKOULUN OPETTAJAN PEDAGOGINEN SISÄLTÖTIETO SÄHKÖOPIN VIRTAPIIREISTÄ.....	76
6.2.1	<i>Miten opettaja jäsentää virtapiirejä koskevat tärkeät aiheet tai käsitteet opetuksessaan?.....</i>	77
6.2.2	<i>Millaisia vaikeuksia tai rajoituksia opettaja kokee tai kohtaa virtapiirien opetuksessa?</i>	79
6.2.3	<i>Miten opettaja ottaa huomioon oppilaiden ajattelun ja ennakkokäsitykset virtapiirien opetuksessa?</i>	80
6.2.4	<i>Millaisia opetusmenetelmiä opettaja käyttää virtapiirien opetuksessa?.....</i>	81
6.3	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS.....	82
7	PEDAGOGINEN SISÄLTÖTIETO ALAKOULUN OPETTAJAN TYÖN TUKENA.....	86
	LÄHTEET.....	89
	LIITTEET.....	95
	LIITE 1: SISÄLLÖNESITYS-TAULUKKO.....	95
	LIITE 2: KYSELYLOMAKE: SAATEKIRJE OPETTAJILLE, TAUSTATIETOLOMAKE JA KYSYMYKSET.....	96
	LIITE 3: VIDEOINTILUPA	99

1 JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa käsitteellistetään opettajan tiedonalueeksi luokiteltua käsitettä opettajan pedagoginen sisältötieto. Lisäksi tässä tutkimuksessa tutkitaan alakoulun opettajan pedagogista sisältötietoa fysiikka-oppiaineen sähköopin sisällöstä virtapiiri. Tutkimus selvittää myös sisällönesitys- taulukon (liite 1) ja videoinnin soveltuvuutta opettajan pedagogisen sisältötiedon tutkimusmenetelmäksi.

Pedagogisen sisältötiedon käsitettä on tutkittu ja käsitteellistetty jo yli 20 vuoden ajan (Abell 2008, 1405). Abellin (2007, 1122) mukaan pedagogista sisältötietoa käsittelevä kirjallisuus ei ole yhdenmukaista, mikä vaikeuttaa sen jäsentämistä. Myös van Dijk ja Kattmann (2007, 889) tuovat esiin epäselvyyden pedagogisen sisältötiedon määrittelyssä. Pedagoginen sisältötieto ei olekaan kovin yleisesti käytetty käsite opettajien ja opettajaksi opiskelevien käytössä. Esimerkiksi esitellessäni tutkimusaiheeni opiskelukavereille tai töissä oleville opettajille huomaisin, että se ei herätä heissä oikein minkäänlaista reaktiota tai herättää kysymyksen uudestaan ja uudestaan, että mikä se gradun aihe oli. Jyväskylän yliopistossa suorittamassani luokanopettajakoulutuksessa vain peruskoulussa opettavien monialaisten opintojen (ns. POM-opinnot) ympäristö- ja luonnontieteen kurssilla tuotiin esille käsite pedagoginen sisältötieto. Muuten perehdyin tutkimusta aloittaessani itsekin ensimmäistä kertaa käsitteeseen perin pohjin. Näistä syistä tutkimuksessa ensin käsitteellistetään, mitä opettajan pedagogisella sisältötiedolla tarkoitetaan.

Tutkimuskohteeksi valitsin alakoulun opettajien pedagogisen sisältötiedon sähköopin virtapiireistä. Alakoulun opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkimusta on tehty varsin vähän. Abellin (2008, 1410) mukaan on tarpeellista tutkia miten alakoulun opettajien pedagoginen sisältötieto eroaa aineenopettajien pedagogisesta sisältötiedosta ja millaista alakoulun opettajien pedagoginen sisältötieto on laadullisesti. Tutkimuksessa verrataan oppiaineen sisältötiedon jäsentämisen osalta alakoulun opettajien näkemyksiä yläkoulun opettajien näkemyksiin. Lisäksi tutkimuksella pyritään tarkemmin kuvaamaan yhden alakoulun opettajan pedagogista sisältötietoa.

Opettajan pedagoginen sisältötieto nähdään oppiainekohtaiseksi, joten oli oleellista rajata opetettava sisältö tarkasti. Sähköopin virtapiirit valikoituivat opetettavaksi aiheeksi, koska se on melko vaikea opetettava aihe abstraktisuutensa vuoksi. Näin ollen opettajien tiedon tutkiminen siihen liittyen oli mielenkiintoista. Lisäksi tieto siitä, että fysiikka oppiaineena on vasta perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2004 tullut alakoulun oppisisällöiksi, vaikutti päätökseen valita oppiaineen fysiikka sisältö tutkittavaksi oppiaineen sisältötiedoksi. Olen myös itse opiskellut fysiikkaa Oulun yliopistossa ennen opettajankoulutukseen hakeutumista, joten minulla on tutkijana oma henkilökohtainen kiinnostus fysiikan opettamista kohtaan.

Abell (2008, 1409) kyseenalaistaa, mitä hyötyä luokassa tapahtuvalla opetuksen seuraamisella voidaan saavuttaa pedagogisen sisältötiedon tutkimuksessa. Lisäksi hän kyseenalaistaa Loughranin, Berryn ja Mulhallin (2006, 28-29) esittämän sisällönesitys-taulukon soveltuvuutta opettajan pedagogisen sisältötiedon tutkimusmenetelmäksi. Näistä syistä valitsin tutkimusmenetelmäksi kyselylomakkeen, jonka kysymysten perustan muodostaa edellä mainittu sisällönesitys-taulukko, ja videoinnin kyselylomakkeella saatavan tiedon syventämisen välineeksi.

Edellä mainittujen syiden perusteella tutkimuksen aihe on ajankohtainen. Koen tutkimuksella olevan hyötyä myös oman opettajuuteni kehittymisen kannalta. Tutkimukseni liittyy lisäksi opinnäyteseminaariryhmän muodostamaan tutkimusryhmään, joka tutkii samaa tutkimuskohdetta eri näkökulmista. Tutkimusryhmän tutkimusten valmistumista odotetaan mielenkiinnolla, sillä tulosten vertailulla voidaan saavuttaa uudenlaista tietoa opetus-oppimistilanteesta alakoulun kontekstissa.

2 PEDAGOGINEN SISÄLTÖTIETO

Shulman (1986) ja monet tutkijat hänen jälkeensä ovat määritelleet käsitettä pedagoginen sisältötieto (engl. pedagogical content knowledge = PCK). Shulman nosti esiin oppiaineen sisältötiedon merkityksen pedagogisen tiedon rinnalle. Hänen mukaansa (1986, 8) opetettavalle sisällölle tulee antaa yhtä paljon huomiota kuin opetusprosessille.

Shulman (1986, 9) kategorisoi opettajan sisältötiedon kolmeen osa-alueeseen: oppiaineen sisältötietoon (engl. subject matter content knowledge), pedagogiseen sisältötietoon (engl. pedagogical content knowledge) ja opetussuunnitelmalliseen tietoon (engl. curricular knowledge). Myöhemmin pedagogisesta sisältötiedosta on tutkimuskirjallisuudessa alettu puhua yhtenä opettajalle kuuluvana tiedon osa-alueena. Useat tutkijat ovat käyttäneet Shulmanin työtä tutkimustensa pohjateorianaan ja selkeyttäneet, laajentaneet ja kääntäneet eri kielille pedagogisen sisältötiedon käsitettä. Suomeksi kirjoitettua pedagogisen sisältötiedon tutkimusta ei ole tehty kovin runsaasti.

Pedagogisen sisältötiedon käsitettä käytetään eri oppiaineita kuten englantia (Grossman 1989), matematiikkaa (Baker & Chick 2006) ja musiikkia (Hyyry 2006) käsittelevässä ainedidaktisessa kirjallisuudessa ja tutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa keskityn kuitenkin vain luonnontieteen opetusta koskeviin pedagogisen sisältötiedon tutkimuksiin ja käsitteellistämisiin.

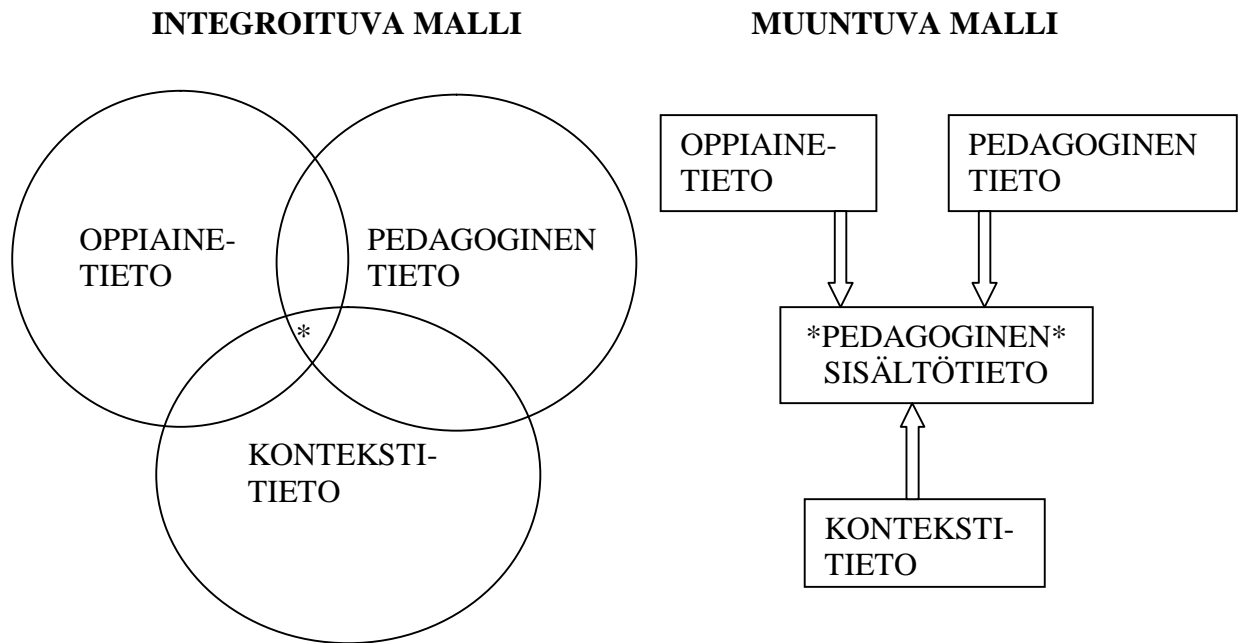
Pedagoginen sisältötieto tulee ymmärtää opettajan tiedonalueena, eikä niinkään kasvatustieteellisenä käsitteenä. Toisaalta pedagoginen sisältötieto on teoreettinen käsite ja toisaalta se on opettajan ammatillista tietoa eli subjektiivista tulkintaa opetusprosessista. (van Dijk & Kattmann 2007, 889.) Loughranin ym. (2006, 9) mukaan pedagoginen sisältötieto määritellään tutkimuskirjallisuudessa teoreettiseksi käsitteeksi, jonka pohjana on ajatus, että opettaminen on muutakin kuin tiedon siirtämistä ja oppiminen muuta kuin tiedon passiivista vastaanottamista. Bishopin ja Denleyn (2007, 8) mukaan pedagoginen sisältötieto voidaan havaita vain käytännössä, mistä heidän mukaansa johtuu se, että sitä on ollut vaikea ”jäädystä” teoreettiseksi rakenteeksi.

On siis olemassa erilaisia käsityksiä opettajan pedagogisesta sisältötiedosta, joten pyrin tässä luvussa tekemään siitä selkoa. Esittelen erilaisia malleja pedagogisesta sisältötiedosta ja pyrin löytämään niistä yhtenevät ja eroavat piirteet. Määrittelen ja perustelen myös käyttämäni käsitteet. Luvun lopussa esittelen näkemyksiä siitä, miten pedagoginen sisältötieto kehittyy ja mitä siitä tiedetään käytännössä.

2.1 Pedagogisen sisältötiedon teoreettista käsitteellistämistä

Pedagoginen sisältötieto käsitteenä on rakennettu malliksi selkeyttämään tietoa opettajan kognitioista (Gess-Newsome 1999a, 9). Sen voidaan ajatella olevan opettajan tietoa siitä, miten hän rakentaa tietyn oppiaineen sisällön opetuksen ottaen huomioon oppiaineen erityispiirteet, siihen parhaiten soveltuvat opetusmenetelmät ja oppilaiden oppimiseen vaikuttavat tekijät. Opettamiseen opettaja tarvitsee tietoa eri tiedonalueilta, joista tärkeimpinä tutkimuskirjallisuudessa pidetään oppiaineen sisältötietoa, pedagogista tietoa, tietoa kontekstista ja pedagogista sisältötietoa (Grossman 1990; Abell 2007; Carlsen 1999; Gess-Newsome 1999a).

Gess-Newsome (1999a, 10-15) on jakanut pedagogista sisältötietoa kuvailevat mallit kahteen tyyppiin (kuvio 1). Ensinnä voidaan ajatella, että pedagoginen sisältötieto ilmenee eri tiedonalueiden risteysalueena eli leikkauksena, eikä ole määriteltävissä ilman näitä muita tiedonalueita. Opettaminen on näin ajateltuna eri tiedonalueiden yhdistämistä. Tätä tyyppiä Gess-Newsome (1999a, 12) kutsuu integroituvaksi malliksi (engl. integrative model). Toisaalta pedagoginen sisältötieto voidaan nähdä omana tiedonalueenaan, joka muuntuu eri tiedonalueiden vaikutuksesta esimerkiksi jonkin tiedonalueen tietomäärän lisääntyessä. Tätä Gess-Newsome (1999a, 12) kutsuu muuntuvaksi malliksi (engl. transformative model).



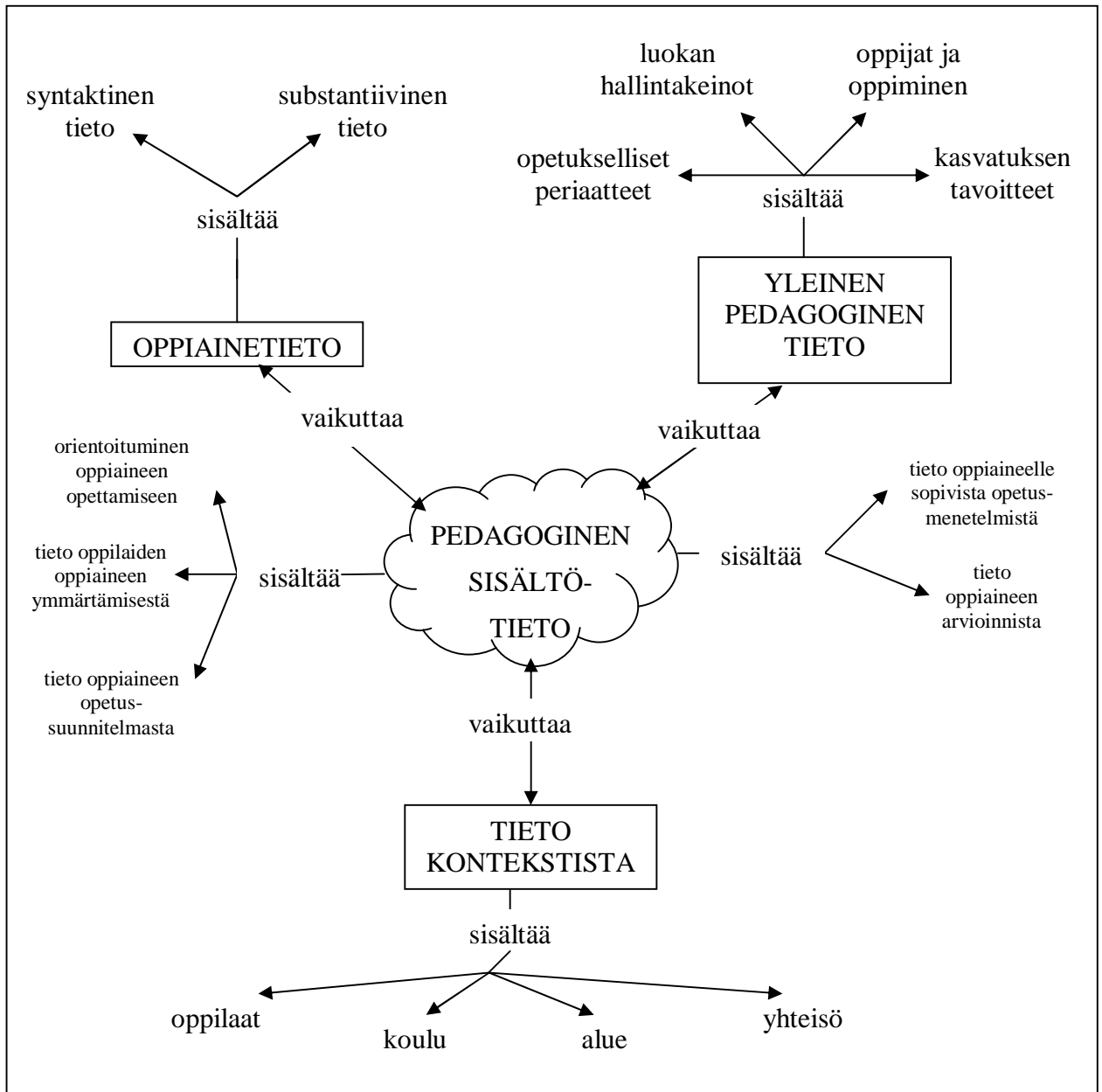
Kuvio 1 Integroituva malli ja muuntuva malli Gess-Newsomen (1999a, 12) mukaan. Opettamisessa tarvittavaa tietoa kuvataan *:llä.

Seuraavassa esittelen malleja pedagogisesta sisältötiedosta, joita on muodostettu sekä integroituvan mallin että muuntuvan mallin mukaan. Pysin selvittämään, miten mallin rakenne vaikuttaa pedagogisen sisältötiedon käsitteeseen ja sen ymmärtämiseen tai tutkimiseen.

Abellin (2007, 1107) mukaan Grossman (1990) jakaa pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavat tekijät kolmeen osa-alueeseen, joita ovat oppiainetieto (engl. subject matter knowledge), yleinen pedagoginen tieto (engl. pedagogical knowledge) ja tieto kontekstista (engl. knowledge of context). Nämä opettajan tiedonalueet vaikuttavat opettajan oppiainekohtaiseen pedagogiseen sisältötietoon ja sen kautta myös opetuksen suunnitteluun ja opetukseen. (Abell 2007, 1107).

Magnusson, Krajcik ja Borko (1999) määrittelevät oppiainekohtaisen pedagogisen sisältötiedon sisältävän viisi komponenttia eli orientoitumisen oppiaineen opettamiseen, tiedon oppilaiden oppiaineen ymmärtämisestä, tiedon oppiaineen opetussuunnitelmasta, tiedon oppiaineelle soveltuvista opetusmenetelmistä ja tiedon oppiaineen arvioinnista. Nämä komponentit tarkentavat sitä, mitä sisältyy tietyn oppiaineen opettamista koskevaan pedagogiseen sisältötietoon, vaikka samoja osa-alueita löytyy pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavista tiedonalueista. Esimerkiksi tieto oppilaiden oppiaineen ymmärtämisestä

sisältyy Magnussonin ym. (1999) mukaan oppiainekohtaiseen pedagogiseen sisältötietoon mutta Grossmanin (1990) mallissa tieto oppilaista on myös osana kontekstitietoa. Samoin tieto opetusmenetelmistä sisältyy oppiainekohtaiseen pedagogiseen sisältötietoon mutta se on lähtökohtaisesti yleisen pedagogisen tiedon osa-alue. Kuviossa 2 on Abellin (2007, 1107) pohjalta muokattu ja suomennettu yhdistetty kuvaus Grossmanin ja Magnussonin ym. näkemyksestä pedagogisesta sisältötiedosta. Malli kuvaa pedagogista sisältötietoa Gess-Newsomen (1999a) esittämän muuntuvan mallin mukaisesti rakentuvaksi. Lisäksi malli kuvaa, mistä opettajan tiedonalueista pedagoginen sisältötieto rakentuu. Kuvioon 2 on kirjattuna yksityiskohtaisesti, mitä tiedonalueita pedagogiseen sisältötietoon vaikuttaa ja mitä tietoa sen katsotaan sisältävän.



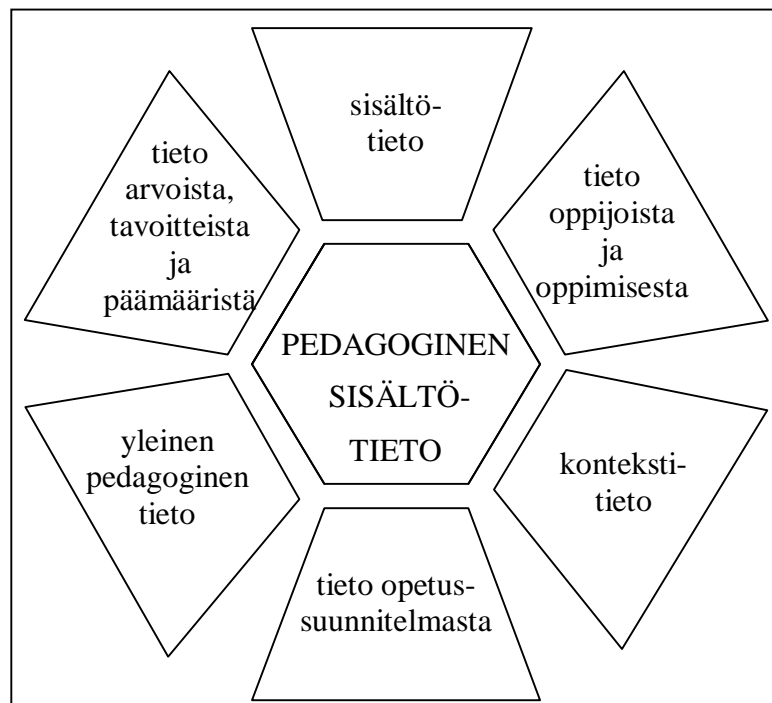
Kuvio 2 Malli opettajan tiedosta. Kuvio on muokattu ja suomennettu Grossmanin (1990) ja Magnussonin, Krajcikin ja Borkon (1999) pohjalta Abellin (2007, 1107) esitystä mukaillen.

Kuvion 2 mallin mukaan tietyn oppiaineen pedagoginen sisältötieto sisältää niitä opettajan yleisiä opettamista ja kasvattamista koskevia tiedonalueita, mitkä muuntavat tietyn oppiaineen pedagogista sisältötietoa tietynlaiseksi. Tässä Abellin (2007, 1107) esittämässä mallissa on nuolilla ja apusanoilla selvennetty eri tiedonalueiden vuorovaikutussuhteita. Mallissa on myös selvennetty, mitä osa-alueita tiedonalueisiin kuuluu. Toisaalta tämä kuvailu auttaa ymmärtämään, että opettajan tiedonalueet ovat moniulotteisia ja että opettaja työssään käyttää ja tarvitsee monenlaista tietoa. Toisaalta käsitteiden selittäminen kuvion mukaisesti voi jättää

käsitteistä myös tiettyjä piirteitä pois ja monimutkaistaa tai jopa hankaloittaa pedagogisen sisältötiedon käsitteellistämistä.

Tutkimuksen kannalta kuvion 2 malli kertoo yksityiskohtaisesti, mitä opettajan tiedonalueita pedagogista sisältötietoa tutkittaessa tulee saada selville. Lisäksi tutkittaessa opettajan pedagogista sisältötietoa voidaan vuorovaikutussuhteita kuvailevien nuolien ja sanojen avulla sanoa, mitä osia mallin tiedonalueista siihen vaikuttaa ja sisältyy tai ei vaikuta ja ei sisälly.

Toinen malli pedagogisesta sisältötiedosta on Bishopin ja Denleyn (2007, 8-12) käsitteellistäminen metaforalla ”pyörivä hyrrä” (engl. spinning top). Bishopin ja Denleyn rakentama kuvion 3 malli muodostuu erillisistä segmenteistä, jotka ovat pedagogisen sisältötiedon eri tiedonalueita. Kun kuvion ajatellaan pyörivän kuin hyrrä, yhdistyvät tiedonalueet keskenään kuten opettajan käytännön työssä eri tiedonalueet sekoittuvat. Pedagoginen sisältötieto ei ole mikään tiedon palanen yksinään, vaan muodostuu useasta tiedon osa-alueesta. Pedagoginen sisältötieto voidaan ajatella opettajan tiedon osana. Bishop ja Denleyn malli rakentuu Gess-Newsomen (1999a) esittämän integroituvan mallin mukaisesti, sillä segmenttejä voitaisiin kuvata myös toisiaan leikkaavia ympyröitä käyttäen.



Kuvio 3 Malli pedagogisesta sisältötiedosta pyörivänä hyrränä Bishop ja Denleyn (2007, 9) mukaan.

Bishop ja Denley (2007, 44, 140) avaavat ”pyörivän hyrrän” tiedon osa-alueita kuvaamalla, miten eri luonnontieteen opettajat käsittävät käsitteet omana ammatillisena tietonaan. Opettajat käsittävät sisältötiedolla opetettavan sisällön syvää ja laajaa ymmärtämistä ja esittämistä johdonmukaisesti siten, että sisältöön liittyvät yleiset käsitteelliset ongelmat otetaan huomioon. Tieto oppijoista ja oppimisesta tarkoittaa opettajien mielestä tietoa siitä, miten rakentaa suhteet oppilaiden kanssa ja ottaa opetuksen suunnittelussa huomioon oppilaiden erilaiset tarpeet sekä oppimiskyvyt. Kontekstitietoon opettajat liittävät tiedon koulun henkisestä ilmapiiristä ja asenteista luonnontieteen opetusta kohtaan. Tieto opetussuunnitelmasta käsittää opettajien mukaan tiedon sisältöön liittyvistä ja liitettävistä aiheista sekä tiedon siitä, miten tietyn sisällön opetuksen on tarkoitus houkutella oppilaita kiinnostumaan tulevista opinnoista. Yleinen pedagoginen tieto on opettajien mielestä tietoa siitä, miten puhua ja käyttää esimerkiksi huumoria tunneilla, miten organisoida opetusta sekä motivoida ja hallita luokkaa. Tieto arvoista, tavoitteista ja päämääristä tarkoittaa opettajille sitä, että heillä on mahdollisuus opettaa oppilaita ajattelemaan luonnontieteellisellä tavalla, tukea oppilaiden omaa oppimispolkua ja auttaa oppilaita ymmärtämään, että luonnontieteellä on merkitys myös koulun ulkopuolella. (Bishop & Denley 2007, 44, 140.) Edellä kuvatun perusteella opettajat itse määrittelevät, mitä tietoa kuhunkin pedagogisen sisältötiedon osa-alueeseen kuuluu.

Tutkimuksen kannalta ”pyörivä hyrrä” ei ole niin yksityiskohtainen, että sen avulla voidaan suoraan sanoa, mikä tiedonalue kulloinkin vaikuttaa opettajan pedagogiseen sisältötietoon. Malli ilmentää pedagogista sisältötietoa hyvin, koska siinä yhdistyvät eri tiedonalueet. Siinä noudatetaan pedagogiselle sisältötiedolle ominaista ajatusta siitä, että opettajan tieto ei muodostu yksittäisistä tiedonpaloista vaan useista erilaisista. Tällöin voi olla vaikeaa sanoa, mikä tiedonalue pedagogisessa sisältötiedossa kulloinkin vaikuttaa.

Koska tutkimukseni liittyy luonnontieteisiin, on mielenkiintoista tarkastella myös Loughranin ym. (2006) käsitteellistämistä pedagogisesta sisältötiedosta, minkä he ovat muodostaneet luonnontieteen viitekehyksessä tekemiensä tutkimusten (ks. Loughran, Mulhall & Berry 2004) pohjalta. He ovat rakentaneet myös menetelmän, minkä avulla luonnontieteen opettajien pedagogista sisältötietoa voi tutkia ja kuvailla

Pedagoginen sisältötieto muodostuu näiden kahden tiedonalueen risteysalueena, kuten Gess-Newsomen (1999a) integroituvassa mallissa.

Loughranin ym. (2006, 9) mukaan opettajalla tulee olla laaja käsitteellinen ymmärrys opetettavasta oppiaineen sisältötiedosta, että voi ylipäätään huomata ja arvostaa omaa pedagogisen sisältötiedon kehittymistä. Oppiaineen sisältötieto yhdistettynä erityisosaamiseen opetusmenetelmien ja lähestymistapojen kehittämisessä, käyttämisessä ja omaksumisessa muodostaa ns. amalgaamipaikan oppiaineen sisältötiedon ja pedagogisen tiedon välille, mitä myös Shulman (1986, 2004) kuvaa pedagogiseksi sisältötiedoksi.

Loughranin ym. (2006) mallissa pedagoginen tieto ja oppiaineen sisältötieto myös muokkaavat toisiaan ja ovat keskenään vuorovaikutuksessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että opettaja opetusta suunnitellessaan valitsee tietyt opetusmenetelmät tietyistä syistä tietylle opetettavalle sisällölle. Pedagoginen sisältötieto on laajan pedagogisen tiedon ja oppiaineen sisältötiedon kombinaatio. Pedagoginen sisältötieto tulee näkyväksi, kun se mitä opetetaan, pyritään rakentamaan siten, että oppilaiden ymmärrys aiheesta tietyssä kontekstissa paranee sen seurauksena, että opetus on hyvin organisoitu, suunniteltu, analysoitu ja rakennettu. (Loughran ym. 2006, 10.)

Mallin käyttö tutkimuksessa sellaisena, miten sen kuvaan kuviossa 4, antaa aika vähän tietoa siitä, mitä ja miten tutkia pedagogista sisältötietoa. Loughran ym. (2004, 2006) ovat itse tutkineet pedagogista sisältötietoa ja he ovat kehittäneet tutkimustaulukon, mikä tuo esille sekä pedagogista tietoa, että sisältötietoa ja niihin liittyviä oleellisia piirteitä luonnontieteen opetuksen kannalta. Tässä tutkimuksessa käytetään taulukkoa kyselylomakkeen pohjana, mitä esittelen tarkemmin luvuissa 3.2 ja 4.3.1.

2.2 Pedagogisen sisältötiedon mallien vertailua

Abellin (2007, 1107) esittämässä Grossmanin (1990) ja Magnusson ym. (1999) pohjalta rakennetussa muuntuvassa mallissa (kuvio 1) ja Bishop ja Denleyn (2007, 9) esittämässä integroituvassa mallissa (kuvio 2) pedagogiseen sisältötietoon liitetään samankaltaisia tiedon osa-alueita. Kummassakin mallissa pedagogisen sisältötiedon tärkeinä tekijöinä ovat yleinen pedagoginen tieto, sisältötieto ja kontekstitieto. Tieto opetussuunnitelmasta ja oppilaista katsotaan sisältyvän pedagogiseen sisältötietoon

kummassakin mallissa. Bishopin ja Denleyn (2007, 9) nimeämä tieto arvoista, tavoitteista ja päämääristä on verrattavissa Abellin (2007, 1125) esittämän mallin opettamiseen orientoitumiseen, koska opettajan uskomukset ja käsitykset opetuksen merkityksestä liittyvät molempiin tiedonalueisiin. Tieto arvioinnista voidaan katsoa sisältyvän myös Bishop ja Denleyn mallissa pedagogiseen sisältötietoon, sillä arviointi liittyy useaan mallissa mainittuun tiedonalueeseen ja muodostuu eri tiedonalueiden yhdistämisestä.

Abellin esittämässä mallissa pedagogiseen sisältötietoon sisältyvä tieto opetusmenetelmistä tarkoittaa oppiaineen sisältötiedolle spesifisten opetusmenetelmien valintaa ja käyttöä (Abell 2007, 1130). Yleiseen pedagogiseen tietoon sisältyy tieto ylipäätään opetusmenetelmistä. Bishop ja Denleyn (2007, 9) mallissa opetusmenetelmien yleinen hallinta kuuluu pedagogiseen tietoon ja integroituvan mallin mukaisesti suunnitellessaan opetusta opettaja valitsee oppiaineeseen soveltuvat opetusmenetelmät. Näin ollen molemmissa malleissa painotetaan, että oppiaineen sisältötiedolle valitaan juuri sen oppimiseen soveltuvat opetusmenetelmät.

Loughranin ym. (2006) käsitteellistäminen pedagogisesta sisältötiedosta (kuvio 4) sisältää samoja tiedonalueita kuin Abellin (2007) Grossmanin (1990) ja Magnussonin ym. (1999) pohjalta rakentama käsitteellistäminen sekä Bishopin ja Denleyn (2007) käsitteellistäminen. Loughranin ym. (2006) käsitteellistäminen pedagogisesta sisältötiedosta on pelkistetympi. Siinä ei eritellä erikseen pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavia tai sisältyviä tekijöitä. Sen sijaan ajatellaan, että Abellin (2007) esittämän mallin tieto arvioinnista, tieto oppilaista, tieto opetussuunnitelmasta, tieto opetusmenetelmistä ja orientoituminen opettamiseen liittyvät sekä pedagogiseen tietoon että oppiaineen sisältötietoon. Vastaavasti Bishop ja Denleyn (2007) mallin tieto opetussuunnitelmasta, tietoa arvoista, tavoitteista ja päämääristä sekä tieto oppilaista ja oppimisesta sisältyvät pedagogisen tiedon ja sisältötiedon yhdisteeseen.

Huomattavin eroavaisuus Abellin (2007) ja Bishopin ja Denleyn (2007) malleihin Loughranin ym. (2006) mallissa on siinä, että tieto kontekstista ei ole omana tiedonalueenaan kuviossa 4. Loughranin ym. mallissa korostetaan pedagogisen tiedon ja sisältötiedon merkitystä ja ajatellaan, että opettajan pedagogiseen sisältötietoon kuuluu ymmärrys siitä, että opetustyötä tehdään tietyssä

kontekstissa tietyinä aikana ja tiettyjen oppilaiden kanssa. Lisäksi tämä tieto opetuksen kontekstista sisältää tiedon sekä yhteiskunnallisesta kontekstista, että kulloisestakin luokkakontekstista.

2.3 Pedagogiseen sisältötietoon liittyvät käsitteet

Pedagogisesta sisältötiedosta esitettyjen mallien perusteella voidaan todeta, että oppiaineen sisältötieto, pedagoginen tieto ja kontekstietä ovat pedagogisen sisältötiedon kulmakiviä (Shulman 1986; Grossman 1990; Loughran ym. 2006; Bishop & Denley 2007; Abell 2007). Eroavaisuuksia pedagogisen sisältötiedon käsitteellistämisenä esiintyy muissa tiedon osa-alueissa, jotka kuitenkin liittyvät edellä mainittuihin tiedonalueisiin. Seuraavassa esittelen, mitä eri tiedonalueilla tarkoitetaan ja mitä niihin katsotaan kuuluvaksi. Lisäksi tuon esille, miksi ne ovat pedagogisen sisältötiedon tärkeitä osa-alueita ja mitä nimityksiä niistä käytetään tässä tutkimuksessa.

2.3.1 Oppiaineen sisältötieto

Tutkimuskirjallisuudessa on vaihtelevia käytänteitä oppiaineen sisältötietoa koskevista nimityksistä. Nimityksiä tiedonalueelle ovat mm. oppiainetieto (engl. subject matter knowledge) (esim. Magnusson ym. 1999, 98) tai sisältötieto (engl. content knowledge tai knowledge of content) (esim. Bishop & Denley 2007, 3, 9). Shulman (1986, 9) käytti alkuperäisessä sisältötiedon jaottelussa kolmeen osa-alueeseen yhtenä osa-alueena oppiaineen sisältötietoa (engl. subject matter content knowledge). Tässä tutkimuksessa käytetään nimitystä oppiaineen sisältötieto. Nimitys kuvaa parhaiten sitä, että sillä tarkoitetaan esimerkiksi opettajan sisältötietoa fysiikka-oppiaineen opetettavasta sisällöstä virtapiirit.

Gess-Newsome (1999b, 53) jakaa oppiaineen sisältötiedon viiteen alakäsitteeseen: käsitteelliseen tietoon, oppiaineen rakennetietoon, tietoon opinalan luonteesta, tietoon opetuksen sisältöspesifeistä lähestymistavoista ja tietoon kontekstuaalisista vaikutuksista opetussuunnitelman toteutumiseen. Tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita opettajan käsitteellisestä tiedosta.

Opettajana ei riitä, että osaa määritellä oppiaineen sisältötiedon faktat, vaan ne täytyy osata myös perustella. Tärkeää on houkuttaa oppilaat ymmärtämään, miksi

oppiaineen sisältötieto on tärkeää tietää ja miten se liittyy muuhun tietoon teoriassa ja käytännössä (Shulman 1986, 9.) Myös Bishop ja Denley (2007, 18) korostavat, että opettajan tulee ymmärtää opetettavan oppiaineen sisältötiedon rakenteita. Tällöin opettaja osaa myös selvittää asian, mitä ei opetettavasta sisältötiedosta etukäteen tiedä sekä osaa tulkita ja selittää löytämänsä ja omaksumansa tiedon opetuksessaan (Bishop & Denley 2007, 18).

Oppiaineen sisältötiedon perusteellinen ajattelu vaatii Shulmanin (1986, 9) mukaan faktojen ja käsitteiden syvällisempää tutkimista ja ymmärtämistä sekä opetettavan oppiaineen sisältötiedon rakenteen hahmottamista. Shulman käyttää Schwabin (1978) määrittelyä tiedon rakenteesta. Schwab jakaa tiedon rakenteen substantiiviseen ja syntaktiseen rakenteeseen. Substantiivinen rakenne tarkoittaa sitä, miten oppiaineen sisältötietoon liittyvät faktat, käsitteet, periaatteet ja teorit on järjestetty. Syntaktinen rakenne puolestaan tarkoittaa tapoja, miten oppiaineen sisältötieto on todistettu ja näytetty oikeaksi. (Shulman 1986, 9.) Sama jaottelu on myös Abellin (2007, 1107) kuviossa 2.

Opettajan onkin oltava mahdollisimman hyvin tietoinen omasta käsitteellisestä tietämisestään tai tietämättömyydestään. Tunnistamalla tietämättömyytensä opettaja pystyy selvittämään opetettavaa sisältöä itselleen selkeämmäksi ja mahdollisesti havainnoimaan myös oppilaiden kohtaamia käsitteellisiä ongelmia. (Bishop & Denley 2007, 18.)

2.3.2 Pedagoginen tieto

Pedagoginen tieto voidaan Morine-Dershimerin ja Kentin (1999, 22-23) mukaan jakaa yleiseen pedagogiseen tietoon ja henkilökohtaiseen pedagogiseen tietoon. Yleinen pedagoginen tieto sisältää tiedon luokan organisoinnista ja hallinnasta, opetuksellisista menetelmistä ja strategioista sekä luokassa tapahtuvasta kommunikoinnista ja keskustelusta (Morine-Dershimer & Kent 1999, 22-23). Carlsen (1999, 136) sisällyttää yleiseen pedagogiseen tietoon myös tiedon oppijoista ja oppimisesta sekä yleisestä opetussuunnitelmasta ja ohjeista. Magnusson ym. (1999, 98) sisällyttävät yleiseen pedagogiseen tietoon myös kasvatukselliset tavoitteet. Henkilökohtainen pedagoginen tieto muodostuu Morine-Dershimerin ja Kentin (1999, 22-23) mukaan opettajan käytännön kokemusten sekä omien käsitysten ja uskomusten yhdistelmästä. De Jong (2007) sisällyttää pedagogiseen

tietoon opettajan tiedon oppilaista ja heidän kiinnostuksen kohteistaan, opettamisen ja oppimisen teorioista sekä opettamisesta ja oppimisvaikeuksista käytännössä.

Yleinen ja henkilökohtainen pedagoginen tieto yhdistyvät opettajan reflektoinnin kautta tiettyyn kontekstiin liittyväksi pedagogiseksi tiedoksi. Reflektoinnin kautta henkilökohtaiset uskomukset ja kokemukset saavat perspektiiviä ja tulevat objektiivisemmiksi. Yleinen pedagoginen tieto puolestaan havainnollistuu ja saa konkreettisen asiayhteyden. Yhdistynyt reflektoitu pedagoginen tieto ohjaa opettajan päätöksentekoa ja toimintaa opetuksessa pedagogiselta kannalta. (Morine-Dershimer & Kent 1999, 22-23.)

Geddisin ja Woodin (1997, 612) mukaan pedagoginen tieto näkyy opettajan ajattelussa, kun hän keskittää huomion yhtäaikaaisesti oppiaineen sisältötietoon, oppilaisiin ja kasvatuksellisiin tavoitteisiin sekä näiden tiedonalueiden väliseen vuorovaikutukseen. Opettajan harkinta ja käytännön päätökset tehdään aina tietyssä kontekstissa koskien tiettyä oppiaineen sisältötietoa, tiettyjä oppilaita ja tiettyjä kasvatuksellisia tavoitteita. Tällaisen pedagogisen ajattelun tulokset nähdään opettajan oppiaineen sisältötiedon esitysmuotoina ja opetuksellisina ratkaisuin. (Geddis & Wood 1997, 612.) Kansanen (2004, 87) puhuu pedagogisesta ajattelusta tarkoittaessaan opetukseen kohdistuvaa reflektiota. Pedagogisella ajattelulla on opetustapahtumaan ja opetussuunnitelmaan liittyvä pedagoginen tarkoitus, mikä erottaa sen tavallisesta ajattelusta (Kansanen 2004, 87-88).

Pedagogista tietoa pidetään monissa maissa (kuten USA, Kanada, Iso-Britannia ja Australia) synonyyminä opettamiselle, mikä kaventaa termin laajempaa merkitystä. Eurooppalaisen perinteen mukaan pedagogisella tiedolla tarkoitetaan opettamisen ja oppimisen välisen yhteyden ymmärtämistä siten, että pyritään edistämään lapsen kasvua ja kehitystä. (Loughran ym. 2006, 4.)

Suomessa Kansanen (2004) on jäsentänyt opettamiseen liittyvää käsitteistöä. Pedagoginen tieto ei ole omana terminään yleisessä käytössä suomenkielisessä kasvatustieteen kirjallisuudessa. Sen sijaan Kansanen (2004, 73) puhuu opettamisen asiantuntemuksesta, mikä tulee esiin esimerkiksi opetuksen perustaitoina, mihin katsotaan kuuluvaksi viestintätaidot, ihmissuhdetaidot, sosiaalisen järjestyksen taidot sekä motivointi- ja aktivointitaidot. Pedagogiikan käsitettä kuitenkin käytetään Suomessa. Hirsjärven (1982, 142-143) mukaan pedagogiikkaan viitataan Suomessa viidessä merkityksessä eli 1) synonyyminä kasvatustieteelle, 2) synonyyminä

kasvatusopin ja/tai kasvatus- ja opetusopin kanssa, 3) tarkoittamaan kasvatustieteen opetusta ja tutkimusta, 4) tarkoittamaan opetus- tai kasvatustaitoa ja 5) tarkoittamaan kasvatuksellisia suuntauksia.

Suomessa opettajankoulutukseen kuuluvat pedagogiset opinnot antavat pätevyyden opettajan ammattiin muiden vaadittavien opintojen kanssa. Kansanen (2004, 73-74) mukaan opettajan pedagogiset opinnot viittaavat ainedidaktiikkaan, millä tarkoitetaan sitä asiantuntemusta, jota sisällön opettamiseen tarvitaan.

2.3.3 Tieto kontekstista

Tiedolla kontekstista tarkoitetaan tietoa kasvatuksen ja opetuksen luokkakohtaisesta kontekstista ja yhteiskunnallisesta kontekstista. Carlsen (1999, 136) jakaa kontekstitiedon tietoon tietystä kontekstista, kuten luokasta ja tietyistä oppilaista, sekä tietoon yleisestä kasvatuksellisesta kontekstista, mikä tarkoittaa tietoa koulusta, yhteisöstä, valtiosta ja kansasta. Shulman (1986, 14) sisällyttää kontekstitietoon liittyväksi tiedot oppijoista ja heidän taustoistaan sekä tiedon koulun organisaation periaatteista ja taloudellisista ja hallinnollisista näkökulmista.

Kansanen (2004, 33) toteaa jokaisessa yhteiskunnassa olevan koulutusjärjestelmälle ominaiset piirteet, jotka luovat opetuksen koulukohtaista kontekstia. Edelleen Kansanen toteaa opetustapahtuman sijoittuvan aina johonkin laajempaan kontekstiin. Koulu kontekstina sisältää ajatuksen suunnitelmallisuudesta ja sen myötä myös opetussuunnitelma liittyy kontekstitietoon. (Kansanen 2004, 33.)

Kontekstitiedolla on oleellinen merkitys opetuksen onnistumisen kannalta. Puutteelliset tiedot luokkakontekstista voivat johtaa epärealistisiin oletuksiin ajankäytöstä, sisällöstä ja opetuksen organisoinnista. Puutteellinen kontekstitieto saattaa aiheuttaa ongelmia myös luokan hallinnassa ja kontrolloinnissa. (Zemba-Saul, Starr & Krajcik 1999, 245.)

2.4 Pedagogisen sisältötiedon kehittyminen

Pedagogisen sisältötiedon kehittymistä on tutkittu sekä opettajaksi opiskelevilta että työssä olevilta opettajilta. Pedagogisen sisältötiedon kehittymiseen van Drielin, de Jongin ja Verloopin (2002, 574-575) mukaan vaikuttavat oppiaineen sisältötiedon hallinta, opetuskokemus suhteessa opetettavaan sisältöön, tieto oppilaiden

ennakkokäsityksistä ja oppimisen vaikeuksista sekä osallistuminen oppiaineen kursseille joko opettajankoulutuksessa tai jatkokoulutuksessa. Lisäksi he ovat havainneet, että pedagogisen sisältötiedon osa-alueet alkavat muodostua jo omana kouluaikana. Ne kehittyvät edelleen opettajankoulutuksessa ja käytännön työssä omasta orientoitumisesta ja kiinnostuksesta riippuen. (van Driel ym. 2002, 574-575.)

Loughranin ym. (2002, 19) mukaan uusilla opettajilla tai opettajilla, jotka eivät ole opettaneet oppiaineen tiettyä sisältöä aiemmin, voi olla vain vähän tai ei vielä lainkaan aiheeseen liittyvää pedagogista sisältötietoa. Abellin (2007, 1106-1107) mukaan opettajat rakentavat pedagogista sisältötietoaan, kun he jäsentävät oppiaineen sisältötietoa opetusta varten ja opettavat tiettyä oppiaineen sisältötietoa. Van Drielin ym. (2002, 576-585) mukaan oppilaiden kysymyksiin valmistautuminen, oppilaiden kirjallisten tehtävien tarkistaminen, oppilaiden vastaukset tiettyihin tehtäviin ja oppilaiden observointi opetuksen aikana lisäävät pedagogista sisältötietoa. Van Dijk ja Kattmann (2007, 889) sen sijaan ovat havainneet, että opettajan uransa ja opetuskokemuksensa myötä hankkima ja muodostama pedagoginen sisältötieto voi erota kasvatustieteen teoreettisista käsitteistä, koska siihen vaikuttaa aina yksittäisen opettajan tieto, uskomukset ja kokemukset luokasta sekä opetettavasta aineesta.

Pedagogista sisältötietoa ei voikaan suoraan siirtää yhdeltä sisältöalueelta toiselle. Oman pedagogisen sisältötiedon havaitseminen voi olla ilmeisintä siirryttäessä opettamaan vieraammalle sisältöalueelle, koska silloin opettaja joutuu haastamaan omat kykynsä ja tietonsa opettajana. (Loughran ym. 2006, 9.) Mulholland ja Wallacen (2005, 787) tutkimuksen mukaan hyväksi luonnontieteen opettajaksi tullaan opetuskokemuksen ja harjoittelun myötä. Opettajan tieto ja kokemus lisääntyvät ajan myötä. Pedagogisesta sisältötiedosta siis voidaan sanoa, että se kehittyy opetuskokemuksen myötä, mutta ei tule koskaan lopullisesti valmiiksi.

2.5 Pedagoginen sisältötieto käytännössä

Pedagoginen sisältötieto on van Drielin ym. (2002, 573-574) mukaan keskeinen osatekijä opettajan käytännöllisessä tiedossa. Pedagoginen sisältötieto ei ole Loughranin ym. (2006, 9) mukaan samanlainen eri opettajilla edes samasta aiheesta,

eikä se ole suoraan toisen opetusta seuraamalla omaksuttavissa toiselle. Tämän on todettu johtuvan siitä, että pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavat opettajan henkilökohtaiset ominaisuudet ja erityisosaaminen, opetuskonteksti, opetettava sisältö ja opetuskokemus (Loughran ym. 2006, 9).

Pedagoginen sisältötieto käytännössä tarkoittaa sitä, että tietyille opetettavalle sisällölle valitaan opetusmenetelmät tietyistä oppiaineelle tai oppilasryhmälle ominaisista syistä. Pelkkä opetusmenetelmän valinta ei siis kerro oleellista pedagogisesta sisältötiedosta, mutta se on sen osa. Jos opettaja perustelee tai pohtii esimerkiksi Venn-diagrammin tai käsitekartan käyttöä opetusvälineenä sillä, että se helpottaa oppilaita ymmärtämään oppiaineen sisältötietoon liittyviä käsitteitä, niin on se samalla osoitus opettajan pedagogisesta sisältötiedosta. Opetusmenetelmän valintaa ohjaa siten tietyn oppiaineen sisältötiedon syvälinen ymmärtäminen ja myös tieto oppilasryhmästä. Lisäksi opetuksen organisoimisella, suunnittelulla, analysoinnilla ja esitysmuodolla tavoitellaan opettajan näkökulmasta opetuksen ja oppilaiden oppimisen tehostamista ja syventämistä. (Loughran ym. 2006, 10, 14.)

Shulmanin (1986, 9) mukaan pedagogiseen sisältötietoon käytännössä liittyvät kaikki opettajan omaksumat ja kehittämät hyödylliset tavat esittää opetettava sisältö ymmärrettävästi oppilaille. Esimerkiksi analogiat, havainnollistaminen, esimerkit, selitykset ja demonstraatiot voivat tuoda paitsi opettajan pedagogista sisältötietoa näkyväksi myös helpottaa oppilaita ymmärtämään oppiaineen sisältöä. Opettajalla tulee siis olla paljon sekä teoreettiseen tietoon että käytännön kokemukseen perustuvaa tietoa opetettavan sisällön erilaisista esitysmuodoista ja opetusmenetelmistä. (Shulman 1986, 9.)

Koska pedagoginen sisältötieto on opettajan oppiainekohtaista tietoa, on tarpeen kuvailla tämän tutkimuksen luonnontieteen sisältötiedollista viitekehystä tarkemmin. Selvennän seuraavassa muutamia luonnontieteen opettamiselle ja oppimiselle ominaisia näkökulmia, mistä myös alakoulun opettajien tulisi olla tietoisia.

2.5.1 Opetusta ohjaava oppimiskäsitys

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004, 18) mukaan oppiminen tulee ymmärtää yksilölliseksi ja yhteisölliseksi tietojen ja taitojen rakennusprosessiksi, minkä kautta syntyy kulttuurinen osallisuus. Käsitysten oppiminen voidaan jakaa

yksilölliseen ja sosio-konstruktivismiin. Yksilön näkökulmasta oppimiseen vaikuttavat yksilön omat henkilökohtaiset tietorakenteet, mitkä ovat rakentuneet aiempien kokemusten kautta. Yhteisön näkökulmasta käsityksiä opitaan siinä kulttuurissa, missä eletään ja käsitteet rakennetaan sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. (Driver, Asoko, Leasch, Mortimer & Scott 1994a.)

Oppiminen nähdään perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004, 18) mukaan seurauksena oppilaan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta, missä hän aiempien käsitystensä pohjalta yhdessä muiden kanssa käsittelee opittavaa ainesta. Yksilöllisen konstruktivismiin näkökulmasta opettamisen tulee antaa oppilaalle kokemuksia, minkä kautta kognitiiviset konfliktit mahdollistuvat. Tämä kannustaa oppilaita rakentamaan tiedon rakenteita uudelleen ja tieto rakentuu tai mukautuu kokemuksen perusteella. Luokissa oppilaat ovat lisäksi toistensa kanssa aktiivisesti vuorovaikutuksessa, jolloin he selkeyttävät ja tulkitsevat ilmiöitä itselleen yhteisen toiminnan kautta, missä eri näkökulmat ilmiöstä tulevat luontaisesti esille. Tämän lisäksi oppilaiden ajatuksia tulee kuunnella ja kyseenalaistaa kunnioittavasti. Opettajan roolina oppimisessa on toiminnan mahdollistaminen ja organisointi sekä reflektoinnin ja yhteisen keskustelun auttaminen esimerkiksi ohjaavin kysymyksin. Sosio-konstruktivistisesta näkökulmasta opettajan rooli opetuksessa on tuoda kulttuurillisesti kokeneemman henkilön käsitteet ja tieto oppimisprosessiin. Näin oppilaat oppivat toiminnan ohella omien tiedon rakenteidensa lisäksi myös kulttuurissa yhteisesti sovittuja symbolisia merkityksiä. (Driver ym. 1994a, 6-7.)

2.5.2 Luonnontieteiden opettaminen

Luonnontieteen opetusta ohjaava opetussuunnitelma voi Harlenin ja Qualterin (2004, 61) mukaan helposti muuntua listaksi opeteltavia käsitteitä ja taitoja, mistä ei muodostu kokonaiskuvaa. Kokonaisuus puolestaan vasta antaa tarkoituksen ylipäättään opettamiselle. Näin ollen luonnontieteiden oppitunneilla pelkkä mielenkiintoisten kokeiden tekeminen tai ilmiöiden toteaminen tietynlaisiksi ei ole riittävää opetusta. (Harlen & Qualter 2004, 61.)

Luonnontieteen opettamisen tulisi tavoitella luonnontieteen ilmiöiden ja asioiden oppimista ymmärtäen, mitä ei tapahdu vain kertomalla faktoja ja tietoa oppilaiden mieleen painettavaksi ja muistettavaksi (Loughran ym. 2006, 20). Vaikka opettaja selittää, miten ja miksi jokin asia tapahtuu tietyllä tavalla, ei se auta

oppilasta ymmärtämään asiaa. Oppilaan täytyy voida itse muodostaa eli konstruoida oma käsityksensä asiasta ja liittää se aiemmin opittuihin tietorakenteisiin. (Viiri 2005, 15.) Ymmärrystä kun voi tapahtua vasta oman ajattelun kautta. Myös Parker ja Heywood (2000, 107-110) ovat havainneet ilmiöiden oppimisesta, että vasta ajatusten verbalisointi pakottaa oppijaa kohtaamaan ilmiöstä itselle epävarmat kohdat ja auttaa huomaamaan samankaltaisuuksia omien ja toisten järkeilemien ajatusten välillä.

Pedagogiseen sisältötietoon liittyy Shulmanin (1986) mukaan tieto siitä, mikä tekee oppimisen helpoksi tai vaikeaksi. Näin ollen opettajalla tulee olla käsitys eri-ikäisten oppiainetta koskevista ennakkokäsityksistä tai vaihtoehtoisista käsityksistä ja lisäksi tietoa, miten uudelleen rakentaa tietoa jo olemassa olevien käsitysten päälle tai niiden kautta. (Shulman 1986, 9-10.) Viirin (2005, 7) mukaan oppilaiden ennakkokäsitykset tulisi nähdä nimenomaan vaihtoehtoisina käsitejärjestelminä, joilla oppilaat tulkitsevat luonnonilmiöitä.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004, 188) mukaan fysiikan ja kemian opetuksen lähtökohtana peruskoulun vuosiluokilla 5 ja 6 tulee olla oppilaiden aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset, mistä edetään kohti fysiikan ja kemian peruskäsitteitä ja periaatteita. Näin ollen on tarpeen tuoda esille, mitä tietoa opettajalla tulee olla oppilaista, miksi luonnontieteiden oppiminen on oppilaille vaikeaa ja mitä ennakkokäsityksiä oppilailla on virtapiireistä eri tutkimusten mukaan.

2.5.3 Tieto oppilaista

Opettaja tarvitsee tietoa oppilaiden tavoista oppia ja ajatella, kun tavoitteena on käsitteiden oppiminen. Opettajalla tulee olla tietoa käsitteiden oppimisen edellytyksistä ja tietoa oppiaineen alueista, mitkä ovat oppilaille vaikeita. Opettajan on huomioitava, että eri-ikäiset, eri kehitystasolla tai eri oppimistyylien kautta oppivat oppilaat tarvitsevat erilaisia lähestymistapoja, millä saadaan aikaan oppimista. Opettajalla tulee siis olla tietoa oppilaiden ennakkokäsityksistä voidakseen kehittää heidän ymmärrystään oppiaineen sisältötiedosta. (Magnusson ym. 1999, 104-105.)

Aiemmista käsityksistä puhutaan tutkimuskirjallisuudessa ennako-, virhe- tai vaihtoehtoisina käsityksinä. Tässä tutkimuksessa käytetään termiä ennakkokäsitykset

ja niillä voidaan tarkoittaa myös virhe- tai vaihtoehtoisia käsityksiä. Lisäksi tiedolla ennakkokäsityksistä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa nimenomaan tutkittua tietoa oppilaiden ennakkokäsityksistä.

Luonnontieteen kontekstissa oppimisen on todettu muodostuvan oppilaille vaikeaksi kolmesta syystä. Ensinnäkin luonnontieteen käsitteet ovat melko abstrakteja eikä niillä välttämättä ole yhteyttä oppilaiden kokemuksiin. Toiseksi luonnontieteen opetus sisältää usein ongelmanratkaisua, mihin oppilailla ei aina ole riittävän kehittyntä ajattelutasoa, että voisi löytää ratkaisuja. Kolmanneksi luonnontieteen opetuksen sisällöt ovat usein ristiriidassa oppilaiden aiempien kokemusten ja käsitysten kanssa. (Magnusson ym. 1999, 105.) Viiri (2005, 7) huomauttaakin, että oppilaiden ennakkokäsitysten muuttaminen opetuksen kautta on vaikeaa, koska käsitykset ovat muodostuneet arkikokemusten perusteella ja niitä on sovellettu arkielämässä jo useita vuosia.

Opettajan tieto oppilaiden ajattelusta on tutkimusten mukaan katsottu rakentuvan opetuskokemuksen ja ajan myötä havainnoinnin ja vuorovaikutuksen kautta (Abell 2007, 1128). De Jongin, Ahteen, Goodwinin, Hatzinikitan ja Koulaidisin (1999, 55) mukaan opettajat eivät olekaan kovin tietoisia oppilaiden ennakkokäsityksistä ja eivät välttämättä pidä ennakkokäsityksiä opetuksen suunnittelun lähtökohtana.

Opettajien tieto oppilaiden ennakkokäsityksistä harvoin pohjautuu tutkittuun tietoon. On myös todettu, että vaikka opettajat tiedostavat ennakkokäsitysten kartoittamisen merkityksen, sitä ei silti useinkaan tehdä ennen opetusta osana opetuksen suunnittelua. (Abell 2007, 1128, 1132.) Halimin ja Meerahin (2002, 223) mukaan opettajan oma oppiaineen sisältötiedon hallinta vaikuttaa siihen, millä tavalla opettaja ottaa huomioon oppilaiden ennakkokäsitykset. De Jongin ym. (1999, 57) mukaan luonnontieteen opetuksessa tulisi nimenomaan huomioida tutkittu tieto oppilaiden ennakkokäsityksistä.

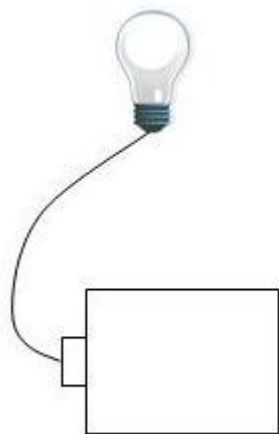
Tutkimukseni liittyy sähköopin opettamiseen, joten on tarpeellista tuoda esille siihen liittyviä tutkimuksia oppilaiden vaikeuksista ymmärtää aihealuetta ja tutkittua tietoa oppilaiden ennakkokäsityksistä. Pinen, Messerin ja St Johnin (2001, 88) tutkimuksen opettajien mukaan alakoulun oppilaille sähkö on vaikea aihe, koska sitä ei voi nähdä, mutta sen vaikutukset näkyvät. Lisäksi oppilaat ajattelevat, että sähkö on jollain tavalla esineen tapainen ja ”laatikoitavissa”, mikä tarkoittanee sitä, että

sähkö voitaisiin ikään kuin sulkea johonkin konkreettiseen tilaan kuten laatikkoon. (Pine ym. 2001, 88.)

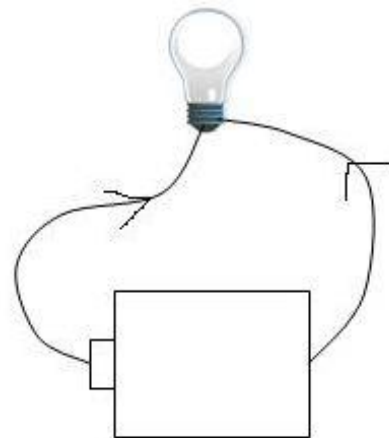
Driver, Squires, Rushworth ja Wood-Robinson (1994b) kirjoittavat tutkimustuloksia sähköopin virtapiireihin liittyvistä eri-ikäisten oppilaiden ajatuksista ja ennakkokäsityksistä. Useimpien oppilaiden tutustuminen sähköön ympäri maailmaa tapahtuu pariston, johtimen ja hehkulampun sytyttämisen kautta. Oppilaat ovat yleensä innostuneita tästä ja heillä on tiettyjä selityksiä sille, miten paristo tai hehkulamppu toimii. Lisäksi tutkimusten mukaan oppilaita kiinnostaa sähkössä eniten turvallisuus tai vaarallisuus, ääni ja videolaitteet ja muu elektroniikka. Opettajilla onkin vaativa tehtävä saada oppilaat kiinnostumaan yksinkertaisista tasavirtapiireistä siten, että heille muodostuu käsitteellisesti oikea ymmärrys ilmiöstä. (Driver ym. 1994b, 117.)

Tutkimusten mukaan oppilailla on melko pysyviä ennakkokäsityksiä siitä, että virtapiiri kuluttaa sähkövirtaa ja että paristo on vakiovirran lähde (Driver ym. 1994b, 117, 121; Viiri 2005, 32). Esittelen seuraavassa lyhyesti, millaisia ajattelutapoja oppilailla on tutkittu olevan.

Yksinapamallin (kuva 1) mukaan oppilaat ajattelevat, että paristosta lähtee sähkövirtaa vain toisesta navasta ja että toinen johdin on tarpeeton. Törmäävien sähkövirtojen mallin (kuva 2) mukaan ajatellaan, että lamppu palaa, koska eri navoista tulevat virrat törmäävät polttimossa. (Driver ym. 1994b, 118-199; Viiri 2005, 32.)

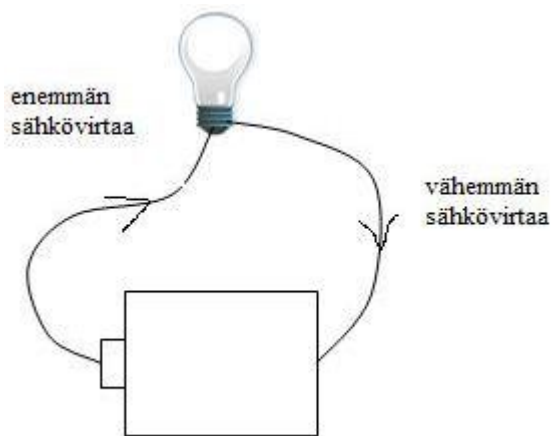


Kuva 1 Yksinapamalli
(Driver ym. 1994b, 118)

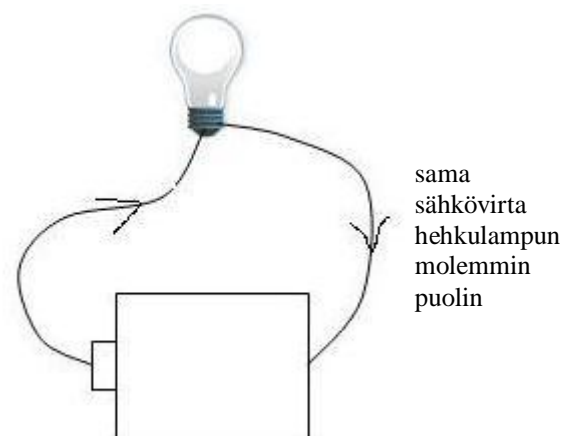


Kuva 2 Törmäävät sähkövirrat
(Driver ym. 1994b, 119)

Kolmas malli on vaimennusmalli (kuva 3), jonka mukaan oppilaat ajattelevat, että sähkövirta vaimenee, kun se kulkee komponenttien läpi. Tällöin sarjaankytketyistä polttimoista osa oppilaista ajattelee, että jälkimmäinen polttimo palaa himmeämmin, koska sille jää vähemmän virtaa. Vaimennusmallin mukaan siis oppilaat ajattelevat, että hehkulamppu kuluttaa sähkövirtaa. Tieteellisen mallin (kuva 4) mukaan ajatellaan, että sähkövirta ei muutu virtapiirissä. (Driver ym. 1994b, 119; Viiri 2005, 32-33.)



Kuva 3 Vaimennusmalli (Driver ym. 1994b, 119)



Kuva 4 Tieteellinen malli (Driver ym. 1994b, 119)

Kunkin ajattelumallin kautta nousee ajatus, että jotakin lähtee paristosta ja kiertää ympäri piiriä johtimien ja polttimoiden kautta. Tällainen ajatus perustuu jokapäiväisiin ilmiöihin, joille usein on löydettävissä syy ja seuraus-suhteita. 12-vuotiaista briteistä lähes 40 % selittävät virtapiirin ilmiöitä törmäävien sähkövirtojen mallilla (kuva 2). Toisen tutkimuksen mukaan melkein 50 % 12-vuotiaista briteistä ajattelee vaimennusmallin (kuva 3) mukaisesti. (Driver ym. 1994b, 120.)

Paristosta oppilaat usein aluksi ajattelevat, että se on yksinapainen sähkön antaja. Paristoa pidetään myös sähkön tai energian varastona. Sen nähdään enemmänkin tuottavan vakiovirtaa suljetussa virtapiirissä kuin ylläpitävän tiettyä jännitettä tai potentiaaliero. Jännitettä tai potentiaaliero harva edes huomioi. (Driver ym. 1994b, 121.)

Sähkövirtaa pidetään synonyyminä sähkölle ja sähköenergialle. Jännitettä pidetään sähkövirran voimakkuutena. Sähkövirta esitellään usein tärkeimpänä käsitteenä ja jännite jää usein oppilaiden ajatuksissa virran ominaisuudeksi eikä

aiheuttajaksi. Näin ollen oppilaat saattavat myös olettaa, että virran kasvaessa myös jännite kasvaa. Oppilaat ovat myös vastahakoisia uskomaan, että vaikka sähkövirta ei kulje, niin jännite on silti olemassa kahden navan välillä. Jännite tulisi opetuksessa esitellä ensin pariston ominaisuutena, jolloin se helpommin erotettaisiin sähkövirrasta. (Driver ym. 1994b, 122, 125.)

Noin 80 % 13-vuotiaista briteistä ajattelee virtapiiriä sarjana peräkkäisiä tapahtumia siten, että sähkö lähtee paristosta, matkaa komponenttien kautta ja palaa paristoon. Virran painottaminen opetuksessa johtaa tällaiseen ajatteluun, kun vielä seurataan sähkövirran reittiä sormella komponentista toiseen. Kyseinen ajattelutapa estää oppilaita ajattelemasta virtapiiriä kokonaisena systeeminä, missä muutos yhdessä komponentissa vaikuttaa koko virtapiiriin. Se ei myöskään ohjaa ottamaan huomioon, että hehkulamppu syttyy välittömästi, kun virtapiiri suljetaan. (Driver ym. 1994b, 122-123.)

Oppilaiden oikeiden ajattelumallien kehittymistä voidaan tukea sillä, että polttimoiden ja paristojen sarjaan- ja rinnankytkentöjä käsitellään eri oppitunneilla. Erilliset tuokiot erityyppisten kytkentöjen kanssa antavat mahdollisuuden ensin vakiinnuttaa oikeat ajattelumallit yksinkertaisempien mallien kautta ja vasta sitten yrittää siirtää ajattelutapaa muihin monimutkaisempiin tilanteisiin (Driver ym. 1994b, 123).

3 PEDAGOGISEN SISÄLTÖTIEDON TUTKIMISTA

Tutkimuksessani olen kiinnostunut opettajan pedagogisesta sisältötiedosta luonnontieteen opettamisen viitekehyksessä. Opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkiminen tapahtuu nimenomaan ainedidaktisen tutkimuskentän alueella (van Dijk & Kattmann, 2007, 890). Pedagogisen sisältötiedon tutkimuskenttä ei kuitenkaan ole käsitteellisesti yhtenäinen, mikä johtuu pedagogisen sisältötiedon käsitteen kirjavasta ja sekalaisesta käsitteellistämisestä sekä vaikeasta kategorisoinnista (Abell 2007, 1122). Pedagogista sisältötietoa on kuitenkin tutkittu monin eri tavoin. Käsitteiden seuraavissa luvuissa, miten pedagogista sisältötietoa luonnontieteen opettamisen viitekehyksessä on tutkittu ja miten se ohjaa tämän tutkimuksen toteutusta.

3.1 Pedagogisen sisältötiedon tutkimuksissa käytetyt menetelmät

Pedagogista sisältötietoa tutkivien menetelmien kirjo on hyvin laaja. Pedagogista sisältötietoa on tutkittu tyypillisesti monimetodisilla tutkimusasetelmilla. Esimerkiksi Appleton ja Kindt (1999) tutkivat Australian alakoulun opettajien pedagogisen sisältötiedon kehittymistä haastattelemassa ja observoimalla opettajia. Mulholland ja Wallace (2005) sen sijaan tutkivat 10 vuoden ajan australialaisessa alakoulussa yhden opettajan pedagogisen sisältötiedon kehittymistä tapaus- ja pitkittäistutkimuksena. Tutkimusmetodeina käytettiin observointia, reflektioivien kirjoitusten kirjoittamista ja haastattelua.

Halim ja Meerah (2002) tutkivat Malesiassa luonnontieteen opettajiksi opiskelevien käsityksiä oppilaiden ennakkokäsityksistä ja tiettyjen luonnontieteen sisältöjen opettamisesta avoimella kyselylomakkeella, johon opiskelijoiden tuli vastata sisältötiedosta kuten selittäisi ja opettaisi asian oppilailleen. Kyselylomakkeen täyttäneistä 12 vapaaehtoista myös haastateltiin. (Halim & Meerah 2002, 217-219.) Myös Parkerin ja Heywoodin (2000) tutkimuksessa tutkittavat opettajat joutuivat pohtimaan ennen virtapiirien opetusjaksoa omaa ymmärrystään aiheesta ja muista sen opettamiseen liittyvistä asioista. Poynter ja Tall (2005)

haastattelivat kuvan avulla kahta fysiikan ja kahta matematiikan opettajaa sekä muutamaa oppilasta.

Loughran ym. (2004, 2006) tutkivat opettajan pedagogista sisältötietoa haastattelemalla opettajia yksittäin ja observoimalla heidän oppitunteja. Myöhemmässä vaiheessa tutkimuksessa käytettiin myös ryhmäkeskusteluja, joissa oppiaineen sisältötiedot koskivat 13-16-vuotiaille suunnattuja luonnontieteen aiheita. Loughran ym. (2004, 376) käyttivät nk. sisällönesitys-taulukkoa (liite 1) opettajaryhmän haastattelun pohjana ja haastattelun sekä ryhmäkeskustelun tuloksia lopulta kuvaamaan opettajien pedagogista sisältötietoa taulukon muodossa. Tutkimuksen kautta kehiteltiin menetelmä pedagogisen sisältötiedon tutkimiseen ja kuvailemiseen. Loughranin ym. (2004) tutkimusta onkin pidetty vastauksena aikaisempien tutkimusten kykenemättömyyteen ottaa haltuun, esitellä tai koontaa luonnontieteen opettajien pedagogista sisältötietoa opettajille saavutettavalla ja käytettävällä tavalla.

Luonnontieteen opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkimiseen on kehitetty menetelmä myös oppitunnin suunnittelumallin kautta. Van der Valkin ja Broekmanin (1999, 11-22) tutkimusasetelma koostui opettajaksi opiskeleville annetusta oppitunnin suunnittelutehtävästä ja sen pohjalta tehtävästä haastattelusta. Myös mm. Peterson ja Treagust (1995), Bishop ja Denley (2007), Heikkinen (2004) sekä Käpylä, Heikkinen ja Asunta (2008) ovat tutkineet opettajan pedagogista sisältötietoa opetuksen suunnittelun kautta. Suunnittelutiedon ohella on todettu olevan tarpeen saada tietoa pedagogisesta sisältötiedosta opetuksen aikana (Abell 2007, 1122).

Tässä tutkimuksessa testaan tutkimusmenetelmää, joka ottaa huomioon aiemmat pedagogisen sisältötiedon tutkimukset. Tutkimustyypiksi on valittu tapaustutkimus, koska se mahdollistaa opettajan pedagogisen sisältötiedon kuvailun. Kyselylomakkeella on aiemmissakin tutkimuksissa haettu tietoa opettajan omista näkemyksistä opetettavasta sisällöstä ja sen opettamisesta. Lisäksi Abellin (2008, 1409) mukaan Loughranin ym. (2006, 28-29) sisällönesitys-taulukon käyttökelpoisuutta tulee testata pedagogisen sisältötiedon tutkimuksessa. Näistä syistä käytän nimenomaan Loughranin ym. (2006, 28-29) rakentamaa sisällönesitys-taulukkoa (liite 1) kyselylomakkeeni (liite 2) pohjana ja testaan, millaista tietoa sen avulla saadaan opettajan pedagogisesta sisältötiedosta.

Yhdeltä opettajalta saatua sisällönesitys-taulukkoa ei Loughran ym. (2004, 376) mukaan kuitenkaan voi pitää staattisena tai ainoana oikeana sisältötiedon esitysmuotona. Tästä syystä kyselylomakkeeseen vastaa kolme opettajaa. Tämän lisäksi yhden opettajan kyselylomakkeeseen kirjaamia tietoja pyritään todentamaan oppituntien videoinnilla ja näin saamaan syvempää tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta alakoulun kontekstissa sähköopin virtapiireistä. Oppituntien videoimisella haetaan tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta opetuksen aikana. Vaikka haastattelua on aiemmissa tutkimuksissa käytetty yleisesti pedagogisen sisältötiedon tutkimuksissa tutkimusaineiston varmentamisen ja syventämisen välineenä, on tarkoituksenmukaista testata myös muiden tutkimusmenetelmien soveltuvuutta pedagogisen sisältötiedon tutkimiseen kuten Abell (2008, 1409) tuo esille.

3.2 Tutkimusmenetelmä pedagogisen sisältötiedon haltuunottoon ja esittämiseen

Pedagogisesta sisältötiedosta ollaan Loughranin ym. (2006) mukaan oltu enemmän kiinnostuneita sen arvioimisen kautta, vaikka opettajien kannalta on hyödyllisempää, että tutkimuksella tuotetaan keinoja, millä parantaa opetusta. Pedagogisesta sisältötiedosta tehdyt tutkimukset eivät kannusta opettajia käyttämään pedagogisen sisältötiedon teoreettista käsitettä työnsä keskeisenä tekijänä. Tutkimuksella pitäisi tuottaa konkreettisia esimerkkejä siitä, miten ja millä tavoilla opettajat rakentavat tietyn sisällön opetuksensa ja näin lisätä ymmärrystä pedagogisesta sisältötiedosta ja sen käytännön hyötyä. (Loughran ym. 2006, 14.) Myös van Driel, Verloop ja de Vos (1998, 682) huomauttavat, että vaikka tutkimuskenttä julistaa pedagogisen sisältötiedon käsitettä, siitä on kuitenkin vain harvoja konkreettisia esimerkkejä kirjallisuudessa koskien tiettyjä luonnontieteen sisältöjä.

Näistä lähtökohdista Loughran ym. tutkivat kokeneiden luonnontieteen opettajien pedagogista sisältötietoa. He muodostivat menetelmän pedagogisen sisältötiedon tallentamiseksi ja kuvailemiseksi. Ensimmäinen osa heidän tutkimusta oli nk. sisällön esitys (engl. CoRe = content representation). Toisessa osassa tutkimustaan he muodostivat pedagogisten ja ammatillisten kokemusten valikoimia (engl. PaP-eRs = Pedagogical and Professional-experience Repertoires). (Loughran

ym. 2004, 370.) Tässä tutkimuksessa CoRe-osiosta käytetään nimitystä sisällönesitys-taulukko ja PaP-eRs-valikoimista käytännönkuvaus-tarinat.

Sisällönesitys-taulukon avulla voidaan esittää ja käsitellä luonnontieteen opettajien ymmärrystä pedagogisen sisältötiedon tietyistä näkökulmista. Tutkijat painottavat, että sisällönesitys-taulukkoa voidaan käyttää sekä tutkimuksen työkaluna luonnontieteen opettajien pedagogisen sisältötiedon ymmärrykseen pääsemiseksi että rakenteena, minkä avulla opettaja voi kuvailla tätä tietoa. Sisällönesitys-taulukon tarkoitus on auttaa kokoamaan yhtenäisellä tavalla opettajien pedagogista sisältötietoa tutkittavasta oppiaineen sisältötiedosta. Taulukon on todettu toimivan lähtökohtana tietyn aiheen opettamisen uudelleen arviointiin ja reflektointiin sekä tarkentamaan huomiota opetustilanteessa tarvittaviin tietoihin ja taitoihin ja muuhun erityisosaamiseen. (Loughran ym. 2004, 376.) Tässä tutkimuksessa sisällönesitys-taulukon (liite 1) pohjalta muodostettiin kyselylomake (liite 2), mistä kerron tarkemmin luvussa 4.3.1.

Loughran ym. (2006) muodostivat tutkimusten perusteella esimerkkikuvaukset sekä sisällönesitys-taulukoista että käytännönkuvaus-tarinoista luonnontieteen aihealueilta. Muodostetut käytännönkuvaus-tarinat on tarkoitettu opettajille opetuksen reflektointimateriaaliksi eivätkä tutkimusvälineeksi. Lyhyesti kuvattuna käytännönkuvaus-tarinat antavat luettavissa olevan kuvauksen siitä, mitä lähestymistapoja kokeneet luonnontieteen opettajat ovat valinneet tiettyjen luonnontieteellisten aiheiden opettamiseen. Käytännönkuvaus-tarinoita ei kuitenkaan ole tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaista kuvailla sen tarkemmin. Esimerkkikuvauksista kiinnostuneet voivat lukea niistä lisää (ks. Loughran ym. 2006).

Tässä tutkimuksessa kuitenkin käytetään vertailuaineistoina Loughran ym. (2006, 186-203) sisällönesitys-taulukkoa sähköopin virtapiireistä alakoulun opetussuunnitelmaan soveltuvien osien. Kokeneilta luonnontieteen opettajilta koottuna esimerkkikuvauksena se antaa luotettavan vertailuaineiston, minkä perusteella voi analysoida alakoulun opettajien oppiaineen sisältötietoa.

4 TAPAUSTUTKIMUKSEN KULKU

Tutkimukseni sai alkunsa ohjaajani Jouni Viirin ehdotuksesta, että opinnäyteseminaariryhmän kanssa muodostetaan tutkimusryhmä, joka pyrkii tutkimaan samaa opetus-oppimistilannetta eri lähtökohdista ja tuottamaan näin monipuolista tietoa siitä. Tutkimusryhmän kiinnostuksen kohteet liittyivät luonnontieteen opetukseen neljästä eri näkökulmasta, jotka olivat opetuskeskustelu, opettajan opetuskysymykset, oppilaiden ennakkokäsitykset ja opettajan pedagoginen sisältötieto. Tutkimukset valmistunevat kevään 2009 aikana. Tutkimustuloksia tullaan mahdollisesti vertailemaan tutkimusten valmistuttua.

Oman tutkimukseni aloitin syksyllä 2007 pedagogisen sisältötiedon käsitteeseen tutustumisella ja teoriaan perehtymisellä, minkä pohjalta myös tutkimuskysymykset alkoivat hahmottua. Tutkimusryhmän kanssa otimme yhteyttä tapauskouluun, missä keräsimme aineiston tammi-maaliskuussa 2008. Maaliskuussa 2008 olin yhteydessä ohjaajani kautta lisäksi fysiikka-kemian aineenopettajaan, joka myös vastasi kyselylomakkeeseeni. Tutkimuksen taustateorian viimeistelyn ja aineiston analysoinnin olen tehnyt kesän ja syksyn 2008 aikana. Lopullisen muotonsa tutkimusraporttini sai tammi-helmikuussa 2009. Seuraavissa luvuissa kuvaan tutkimuksen toteutuksen eri vaiheita, tutkimustehtävää ja tutkimustekniikoita.

4.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on opettajan pedagogisen sisältötiedon käsitteen teoreettinen käsitteellistäminen ja sen pohjalta opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkiminen luonnontieteen opetuksen viitekehyksessä alakoulun kontekstissa. Tavoitteena on saada kuva siitä, millainen on opettajan pedagoginen sisältötieto sähköopin virtapiireistä alakoulun kontekstissa. Tutkimuksella pyritään kuvaamaan opettajan pedagogista sisältötietoa sekä opettajan omien ajatusten kautta että opetuksen havainnoinnin kautta. Tavoitteena on lisäksi testata Loughranin ym. (2006) esittelemää sisällönesitys-taulukkoa (liite 1) tutkimusvälineenä alakoulun

kontekstissa ja myös testata, miten videointi tutkimusmenetelmänä toimii pedagogisen sisältötiedon tutkimuksessa.

Alkuperäisenä tutkimussuunnitelmana oli tutkia kahden alakoulun opettajan pedagogista sisältötietoa kyselylomakkeen ja videoinnin avulla. Aineiston keruuvaiheessa saimme kuitenkin videoita vain yhden opettajan virtapiiritunnit. Tämä vaikutti tutkimuskysymysten muotoutumiseen siten, että ne kohdistuvat kaksijakoisesti erikseen kyselylomakkeella kerättyyn aineistoon (1. pääkysymys) ja yhden opettajan osalta kyselylomakkeen tietojen ja videoinnin kautta saatuun aineistoon (2. pääkysymys).

Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat opettajan pedagogiseen sisältötietoon sähköopin virtapiireistä alakoulun kontekstissa?
 - a. Miten opettajat jäsentävät oppiaineen sisältötiedon verrattuna kokeneisiin luonnontieteen opettajiin?
 - b. Mitä tekijöitä opettajat ottavat huomioon opetukseen vaikuttavina tekijöinä?
2. Millainen on alakoulun opettajan pedagoginen sisältötieto sähköopin virtapiireistä?
 - a. Miten opettaja jäsentää virtapiirejä koskevat tärkeät aiheet tai käsitteet opetuksessaan?
 - b. Millaisia vaikeuksia tai rajoituksia opettaja kokee tai kohtaa virtapiirien opetuksessa?
 - c. Miten opettaja ottaa huomioon oppilaiden ajattelun ja ennakkokäsitykset virtapiirien opetuksessa?
 - d. Millaisia opetusmenetelmiä opettaja käyttää virtapiirien opetuksessa?

Tutkimuksen taustateoria on pyritty rakentamaan tärkeimpien pedagogista sisältötietoa luonnontieteen opetuksen viitekehityksessä tutkineiden tutkijoiden näkemysten pohjalta. Näkemykset siitä, että pedagogisesta sisältötiedosta tulisi tuottaa konkreettista tietoa käytännön tasolla, ovat ohjanneet käyttämään taustateorian nimenomaan Loughranin ym. (2004, 2006) tutkimuksia ja ne ovat myös suunnanneet tutkimuksen tavoitetta ja tutkimuskysymyksiä.

4.2 Tutkimustyyppinä laadullinen tapaustutkimus

Tapaustutkimus (engl. case study) on laajimmin käytetty lähestymistapa laadullisessa kasvatustieteen tutkimuksessa. Se sopii melkein minkä tahansa aiheen tai ilmiön tutkimiseen riippumatta aineistonkeruusta tai analyysimenetelmästä. (Gall, Gall & Borg 2007, 447.)

Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2004, 155) mukaan laadullisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä voi kuvailla siten, että tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa, missä aineisto kerätään luonnollisissa, todellisissa tilanteissa, kuten tässä tutkimuksessa osana oppituntien suunnittelua ja aidossa tilanteessa oppitunneilla. Aineiston hankinnassa käytetään laadullisia metodeja, mitä tässä tutkimuksessa ovat avoin kyselylomake ja videointi. Myös tutkimuksen kohdejoukko valittiin tarkoituksenmukaisesti, eikä satunnaisotoksena. Tutkimussuunnitelma on muotoutunut laadullisen tutkimuksen edetessä kuten yleensä käy. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuksen tapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja tulkitaan myös aineistoa sen mukaisesti. (Hirsjärvi ym. 2004, 155.)

Tapaustutkimus on yksi perinteisistä tutkimusstrategioista, jonka tavoitteena on tyypillisimmin ilmiöiden kuvailu (Hirsjärvi ym. 2004, 126). Tapaustutkimuksen lähtökohtana on kerätä monipuolinen aineisto useita tutkimusmenetelmiä käyttämällä (Hirsjärvi ym. 2004, 126; Gall ym. 2007, 448) ja kuvata tutkimuksen kohde perusteellisesti. Sen tarkoituksena on selvittää jotakin, mikä ei ole entuudestaan täysin selvää, mutta mistä ollaan kiinnostuneita. (Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 9-10.) Opettajan pedagogista sisältötietoa virtapiirien opetuksesta alakoulun kontekstissa ei ole Suomessa aiemmin tutkittu, joten se soveltuu tapaustutkimuksen tutkimuskohteeksi.

Tapaustutkimukselle on ominaista Gallin ym. (2007, 447) mukaan, että siinä tutkitaan perusteellisesti yhtä tai useampaa tapausesimerkkiä ilmiöstä sen todellisessa kontekstissa. Tapaustutkimuksella tuotetaan siis yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa yksittäisestä tapauksesta tai pienestä joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia (Hirsjärvi ym. 2004, 125; Laine ym. 2007, 9). Tapaukseksi valitaan yksittäinen tapaus, tilanne, prosessi, tapahtuma, ilmiö tai joukko tapauksia, jonka kohteena on yksilö, ryhmä tai yhteisö (Gall ym. 2007, 447; Hirsjärvi ym. 2004, 126; Laine ym. 2007, 9). Tapausta voidaan kuvata esimerkkinä tietystä ilmiöstä tai asiasta

(Gall ym. 2007, 447). Tässä tutkimuksessa tapauksena käsitellään kolmea opettajaa. Yhden opettajan pedagogista sisältötietoa tutkitaan perusteellisemmin videoinnin avulla.

Tutkittava tapaus voi olla mahdollisimman tyypillinen, jotta tulokset olisivat siirrettävissä samankaltaisiin tilanteisiin. Se voi olla myös ainutkertainen, poikkeuksellinen tai opettava, että sen avulla voitaisiin oppia tuntemaan ilmiön yleisiä piirteitä. Lisäksi se voi olla paljastava, jos tutkijan on mahdollista päästä kuvaamaan ilmiötä, mitä ei ole aikaisemmin ollut mahdollista lähestyä tieteellisen tutkimuksen avulla. (Syrjälä & Numminen 1988, 19.) Tässä tutkimuksessa tapausta voidaan kuvailla paljastavaksi ja toisaalta myös ainutkertaiseksi tai opettavaksi, koska opettajan pedagogista sisältötietoa alakoulun kontekstissa ei ole Suomessa aiemmin tutkittu.

4.2.1 Tutkimuskohteena oleva koulu

Tutkimuskohteeksi valitsimme tutkimusryhmän kanssa keskisuomalaisen peruskoulun. Oli tarkoituksenmukaista löytää jokin Jyväskylän yliopistoa lähellä oleva koulu, että vierailu koululla videointien takia oli mahdollista useanakin päivänä ja että matkakustannukset eivät nousseet liian korkeiksi.

Tutkimuskohteena olevan koulun lyhyt kuvaus on tarpeen sillä, Loughran ym. (2004, 381) huomauttavat, että pedagogisen sisältötiedon tutkimuksessa tulee erityisesti huomioida kontekstin vaikutus luonnontieteen oppimiseen ja opettamiseen. Heidän (2004, 381) mukaansa pedagogisen sisältötiedon tutkimusta tulee tehdä nimenomaan luokassa, että kontekstin vaikutus säilyy autenttisenä. Tässä tutkimuksessa oppituntien videoinnilla on huomioitu kontekstin autenttisuus.

Tässä tutkimuksessa tutkimuskohteena oleva koulu antaa perusopetusta vuosiluokille 1.-6. Luokkatilaratkaisultaan koulun 6. luokat sijaitsevat samassa rakennuksessa perusopetuksen vuosiluokkien 7.-9. kanssa. Kyseessä ei kuitenkaan ole ns. yhtenäinen peruskoulu. Oppilaita luokalla on 27 ja he istuvat videoitujen oppituntien aikana pareittain tai kolmestaan vierekkäin. Luokkahuoneessa on liitutaulu, tussitaulu, piirtoheitin, televisio, yksi tietokone luokan takaosassa, kirjahylly edessä ja luokan sivulla sekä sivupöytä oven vieressä ja tussitaulun alla kaapillinen sivupöytä. Opettajan pöytä on luokan etuosassa liitutaulun edessä.

Koululla vierailun yhteydessä saimme käyttööme koulun opetussuunnitelman. Sen mukaan 6. luokalla fysiikan tunneilla oppilaiden tulee oppia rakentamaan yksinkertainen virtapiiri, osata käyttää sähkölaitteita turvallisesti ja tuntea eri jännitelähteitä. Sisältöinä sähköstä mainitaan sähkön tuotantotavat, yksinkertainen virtapiiri, lamppujen ja paristojen kytkennät, jännitelähteistä akku ja paristo, vastus, oikosulku ja sulake sekä sähkölaitteiden turvallinen käyttö. Oppikirjana koulussa on fysiikan ja kemian opetuksessa käytössä Koulun fysiikka ja kemia 6 (Arjanne, Heinonen & Palosaari 2005b) ja opettajalla lisäksi siihen liittyvä opettajankirja (Arjanne, Heinonen & Palosaari 2005a).

4.2.2 Tutkimukseen osallistuneet opettajat

Tutkimuksen opettajat valittiin harkinnanvaraisen otannan mukaisesti näytteeksi opettajista, jotka opettavat fysiikkaa kuudennelle luokalle ja jotka mahdollisesti ovat kiinnostuneita luonnontieteiden opetuksen kehittämistä. Soininen (1995, 103) kuvaa tällaista näyteotantaa siten, että valitaan otokseen sellaiset tapaukset, jotka tutkijan harkintaan perustuen edustavat tutkimuksen tarpeita. Syrjälän ja Nummisen (1988, 10) mukaan tutkimuskohteen valintaan tulee vaikuttaa alkuperäinen kysymyksenasettelu, vaikka tapaustutkimuksen tutkimuskohde vielä suuntaa tutkimuksen ongelmien muodostumista.

Aluksi tutkimusryhmämme otti yhteyttä koulun rehtoriin, joka innostui tutkimuksen tekemisestä heidän koulussaan. Hän antoi yhteystiedot koulunsa kahdelle 6. luokan opettajalle, jotka hänen mukaansa olivat sillä hetkellä fysiikka-kemian opetukseen liittyvällä kurssilla. Yhteydenotto opettajiin selvensi, että heistä vain toinen (opettaja B) on ollut rehtorin mainitsemalla kurssilla. Opettajat olivat kuitenkin myöntyväisiä osallistumaan tutkimukseen. Syrjälän ja Nummisen (1988, 17) mukaan tapaustutkimus kohdistuu usein tavallisen opettajan arkielämään, joten opettajat olivat täysin sopivia ja edustavia tapauksia tutkimukselle.

Opettaja A oli koulutukseltaan luokanopettaja ja tehnyt sitä työtä 14 vuotta. Hän ei ollut koskaan aiemmin opettanut virtapiirejä. Opettaja B oli niin ikään luokanopettaja ja toiminut luokanopettajana 22 vuotta. Hän oli kerran aiemmin opettanut virtapiirejä. Fysiikka ja kemia oppiaineina ovat tulleet perusopetuksen opetussuunnitelmaan vasta vuonna 2004. Tästä syystä sähköopin virtapiirien

opetuskokemusta ei oletettavasti ole ylipäättään kovin monella luokanopettajalla usean vuoden ajalta.

Tapaustutkimus edellyttää luottamuksellista suhdetta tai ennalta tarkasti sovittuja sääntöjä tutkimuksen suorittamisesta tutkijan ja tutkittavien välillä (Syrjälä & Numminen 1988, 9). Tästä syystä kävimme koko tutkimusryhmä koululla 9.1.2008 tapaamassa opettajia tarkemman tiedon antamiseksi ja tutkimuksen osaluokkien kuvailemiseksi sekä keskustellaksemme siitä, mitä tutkimukseen osallistuminen opettajien osalta tarkoittaa.

Tutkimukseni osalta selvensin opettajille, että tutkin opettajan pedagogista sisältötietoa kyselylomakkeella, mikä heidän tulee täyttää ennen sähköopin virtapiirien opetusjaksoa. Lisäksi koko tutkimusryhmän puolesta sovimme, että kuvaamme enintään neljä oppituntia kummankin opettajan opetusta. Useamman oppitunnin kuvaaminen olisi opettajien mukaan häirinnyt arkea liian paljon, koska kamerat luokissa voivat vaikuttaa oppilaisiin ja heidän oppimiseensa. Selvensin opettajille, että tutkin opettajan pedagogista sisältötietoa myös videoitujen oppituntien perusteella. Tämän tutkimuksen tavoitteiden kannalta oli siis oleellista kuvata juuri sähköopin virtapiirien opetusta.

Tutkimusryhmän muiden tutkimusten takia oli tarpeen saada myös vertailutunteja luonnontieteen opetukselle eri oppiaineiden tunneista. Tästä syystä opettajan A sähköopin virtapiiritunteja videoitiin vain kolme oppituntia. Opettajan B virtapiirituntien videoiminen sen sijaan ei onnistunut lainkaan aikataulullisten syiden vuoksi. Tämä vaikutti tutkimuskysymyksiin ja muutti alkuperäistä tutkimussuunnitelmaa. Tutkimustehtävä muuttui siten, että tutkimus testaa enemmän Loughranin ym. (2006, 28-29) sisällönesitys-taulukkoa tutkimusvälineenä. Lisäksi opettajan A osalta kuvataan pedagogista sisältötietoa myös videoinnin perusteella.

Tutkimusaineiston suppenemista pyrin kompensoimaan lisäämällä kyselylomakkeen täyttäneiden opettajien määrää. Valitsin kyselylomakkeeseen vastaamaan kuitenkin vain yhden opettajan. Opettaja C on yläkoulun fysiikka-kemian aineenopettaja. Lisäksi hän on mukana erään alakoulun fysiikka-kemian oppikirjan tekemisessä. Opetuskokemusta hänellä on yli 20 vuotta yläkoulusta. Vastaukset opettajalta sain sähköpostitse 31.3.2008.

4.3 Aineiston keruu

Aineistoa kerättiin kyselylomakkeella (liite 2), joka pohjautuu Loughranin ym. (2006, 28-29) rakentamaan sisällönesitys-työkaluun (liite 1). Lisäksi opettajan A virtapiirien opetusta videoitiin kyselylomakkeen täyttämisen jälkeen. Selvännän seuraavassa aineiston keruumenetelmiäni tarkemmin.

4.3.1 Kyselylomake

Kyselylomake (liite 2) on muodostettu Loughranin ym. (2006, 28-29) sisällönesitys-työkalun suomennoksen (liite 1) pohjalta. Kyselylomakkeella haetaan tietoa siitä, millä tavalla opettaja jäsentää fysiikka-oppiaineen sisältötiedon sähköopin osasta virtapiirit ja ottaa huomioon opetukseen vaikuttavat tekijät. Loughranin ym. (2004, 383) mukaan heidän kehittämiensä menetelmä pedagogisen sisältötiedon tutkimiseen soveltuu myös alakoulun opettajien tutkimiseen, vaikka menetelmä on kehitetty aineenopettajia tutkimalla.

Kyselylomakkeen pohjana oleva sisällönesitys-työkalu koostuu sarakkeista ja riveistä. Ylärivillä vasemmalta oikealle etenevillä sarakkeilla ovat otsikkoina ”Tärkeät aiheet A-H” (ks. liite 1). Niiden tarkoituksena on ohjata opettajaa löytämään opetettavasta sisällöstä eli tässä tutkimuksessa sähköopin virtapiireistä pienempiä aihekokonaisuuksia, minkä kautta opiskeltava käsite tai sisältö rakentuu. Työkalun vasemmassa reunassa ylhäältä alaspäin on kehotuksia ja kysymyksiä, joiden kautta tärkeistä aiheista saadaan tarkempaa tietoa. Kysymykset on muodostettu siten, että ne antavat tietoa sekä oppiaineen sisältötiedosta, pedagogisesta tiedosta että kontekstistä. Nämä tärkeät aiheet ja kysymykset ovat kyselylomakkeessa (liite 2) olevat kysymykset, joiden avulla opettajien pedagogista sisältötietoa virtapiireistä selvitettiin. Opettajien vastaukset järjestettiin analyysivaiheessa sisällönesitys-työkaluiden muotoon.

Suoraan työkaluun tiedon täyttäminen olisi ollut hankalaa, joten siksi työkalun pohjalta muodostettiin kyselylomake, missä kunkin kysymyksen jälkeen on tilaa kirjoittaa omia ajatuksia ja käsityksiä. Kyselylomakkeen kysymykset olivat avoimia kysymyksiä. Ne ovat tutkimuksen luonteen kannalta tarkoituksenmukaisia, koska avoimet kysymykset antavat vastaajalle mahdollisuuden sanoa, mitä hän todella ajattelee (Hirsjärvi ym. 2004, 190). Kyselylomake testattiin yhdellä

opettajalla, minkä jälkeen vastausten määrää ja laatua analysoimalla tehtiin kysymysmuotoihin pieniä selkeyttäviä muutoksia. Lopullinen kyselylomake lähetettiin opettajille sekä postitse että sähköpostin välityksellä.

Opettajat täyttivät kyselylomakkeen ennen virtapiirien opetusjaksoa, osana tuntien suunnittelua itselle sopivana ajankohtana. Näin ollen aikaa vastausten pohtimiseen oli riittävästi. Loughranin ym. (2006, 19) mukaan sisällönesitystaulukon kysymysten tarkoituksena on parhaimmillaan auttaa opettajaa jäsentämään omaa ymmärrystään opetettavasta sisällöstä ja auttaa etukäteen pohtimaan opetuksessa ilmeneviä mahdollisia ongelmakohtia.

4.3.2 Oppituntien videointi

Sisällönesitystaulukko ei ole sellaisenaan koko pedagoginen sisältötieto, vaikka se voi antaa paljon arvokasta tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta. Se ei kuitenkaan näytä käytäntöä. Jotta pedagogista sisältötietoa voidaan todellisuudessa tutkia, on tärkeää päästä näkemään, mitä käytännössä tapahtuu tiettyä aihetta opettaessa, tietyllä tavalla ja tietyinä aikana. (Loughran ym. 2006, 23-24.)

Tässä tutkimuksessa oppituntien videoinnilla haetaan tietoa pedagogisesta sisältötiedosta käytännössä. Tätä tietoa verrataan kyselylomakkeen vastausten kautta saatuun opettajan omaan kuvailuun pedagogisesta sisältötiedosta. Ennen videointia tutkimuskoululta kysyttiin tutkimuslupa (liite 3) videointia varten sekä rehtorilta ja luokanopettajilta että oppilailta ja heidän vanhemmiltaan. Kaikki suostuivat oppituntien videointiin. Helaakosken ja Viirin (2008) mukaan videotutkimuksen eettisyys huomioidaan kysymällä kaikkien osapuolten suostumus oppituntien kuvaamiseen. Videoaineistoa ei esitetä missään julkisesti, vaan se on ainoastaan tutkimusmateriaalina tutkimusryhmämme jäsenten käytössä.

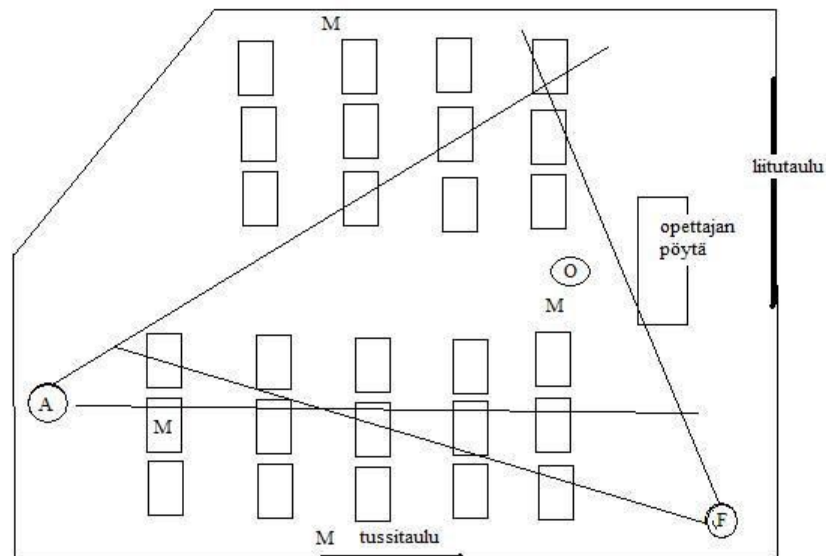
Videointia suositaan tutkimusmenetelmänä, kun halutaan saada visuaalista materiaalia koko opetustilanteesta, apua diagnosointiin tai keino tutkia tiettyä opetusjaksoa (Hopkins 2002, 115). Tässä tutkimuksessa saadaan näkyviin koko opetustilanne ja sähköopin virtapiirien opetusjakso. Kasvatustieteen tutkimuksessa videointi on käytännöllinen tutkimusmenetelmä, sillä se mahdollistaa sekä määrällisen että laadullisen aineiston keräämisen luokkahuonetutkimuksissa (Helaakoski & Viiri 2008). Tässä tutkimuksessa videointia käytetään vain laadullisen aineiston keräysmenetelmänä.

Videoinnin huonona puolena pidetään Hopkinsin (2002, 116) mukaan sitä, että se voi olla hyvin huomiota herättävää ja häiritsevää. Tästä syystä tutkimusryhmämme jäsenistä vain kaksi miesopiskelijaa oli kerrallaan suorittamassa videointeja tutkimuskoululla. Tällä tavalla pyrittiin vähentämään kameroista ja kuvaajista aiheutuvaa häiriötä. Lisäksi videointilaitteisiin ja niiden asetteluun luokahuoneessa perehdyttiin ennen tutkimuskoululle menoa. Näin laitteiden asentaminen välituntien aikana onnistui viemättä aikaa oppitunneilta. Opettajan A virtapiiritunnit, jotka analysoidaan tässä tutkimuksessa, kuvattiin 5.3.2008 (2 oppituntia) ja 12.3.2008 (1 oppitunti). Tutkimukseen osallistuneen opettajan B oppitunteja virtapiireistä ei päästy kuvaamaan, kuten aiemmin mainitsin. Opettajan C oppituntien kuvaaminen ei liittynyt alkuperäiseen tutkimussuunnitelmaan, eikä sitä suunniteltu enää myöhemmässä aineistonkeruuvaiheessa.

Tutkimuskysymykset ohjaavat Helaakosken ja Viirin (2008) mukaan videolaitteiden asettelua luokahuoneessa. Opettajan toiminta oli tutkimusryhmämme tutkimusten pääkohteena. Tutkimusluokkaan sijoitettiin kaksi videokameraa mallin 1 asettelun mukaisesti. Toisella kameralla kuvattiin oppituntien ajan luokanopettajaa luokan oikeasta takanurkasta. Tällä niin sanotulla toimintakameralla (engl. action camera, kamera A mallissa 1) seurattiin opettajan liikkumista ja opetusta, jolloin sillä saatiin tutkimuksen kannalta tärkein informaatio oppitunneista. Helaakoski ja Viiri (2008) huomauttavat, että zoomausta tulee käyttää kuvatessa harkitusti eli vain esimerkiksi opettajan kirjoittaessa taulumuistiinpanoja tai näyttäessä kalvokuvaa. Niinpä kameraa kohdennettiin opetuksen etenemisen mukaan vain tarvittaessa kuvaajan huomioiden mukaan. Hopkinsin (2002, 116) mukaan kuvaajan näkemys tärkeinä pidetyistä asioista ohjaa videointiprosessia hänen kuvatessaan kohdetta.

Toinen videokamera sijoitettiin luokan etuosan vasempaan nurkkaan. Tämä oli niin sanottu kiinteä kamera (engl. fixed kamera, kamera F mallissa 1). Se oli koko kuvauksen ajan samassa asennossa ja kuvasi oppilaita ja luokkaa kokonaisuutena ilman erillistä kuvaajaa kameran takana. Kiinteän kameran avulla saadaan tarvittaessa tietoa oppilaiden toiminnasta opetuksen aikana. Opettajalla A oli lisäksi mikrofoni kuvausten ajan. Näin hänen puheensa voidaan tarkistaa audionauhalla, jos ääni videolla on epäselvä esimerkiksi luokan hälinän takia. Luokkaan sijoitettiin

muuta langattomia mikrofoneja (mallissa 1 merkitty M-kirjaimilla) oikeaan ja vasempaan laitaan ja yhdelle oppilasryhmälle.



Malli 1 Luokkahuoneen kameroiden ja mikrofoniin asettelu (A=toimintakamera, F=kiinteä kamera, O=opettaja, M=mikrofonit)

Videoinnin jälkeen videot purettiin tietokoneelle WMV-tiedostoiksi sekä audionauhat mp3-tiedostoiksi siten, että ne voitiin jakaa koko tutkimusryhmän käyttöön analysoitavaksi. Yhteensä litteroitava videoaineiston määrä on tässä tutkimuksessa kolmen oppitunnin mittainen aika. Laadullisissa analyyseissä videoituttutkimusaineisto on melko pieni (Helaakoski & Viiri 2008).

Videointi tutkimusmenetelmänä on hyvä siitä syystä, että se mahdollistaa tilanteiden läpikäymisen useaan kertaan (Hopkins 2002, 116). Luokkahuoneen videoinnin etuna on Helaakosken ja Viirin (2008) mukaan se, että sen avulla voidaan analysoida yhdestä luokkatilanteesta useita eri piirteitä. Tässä tutkimuksessa tätä on hyödynnetty analysoimalla opetuksen sisältöä, opetusmenetelmiä, opettajan kohtaamia vaikeuksia ja oppilaiden ajattelun huomioon ottamista.

Videointi mahdollistaa myös tarkan analyysin luokan diskurssista ja toiminnasta. Videodata mahdollistaa useamman oppitunnin jaksosta havaintojen tekemisen ensin myöhemmistä oppitunneista ja sen jälkeen etsimään samaa ilmiötä aiemmilta oppitunneilta. Videoiden pohjalta on mahdollista suorittaa syklisiä analyttistä prosessointia eli katsoa, koodata ja analysoida yhtä aikaa. (Helaakoski & Viiri 2008.)

4.4 Aineiston analysointi

Aineiston analysointi on tutkimuskysymyksistä johtuen myös kaksijakoinen. Toisaalta aineiston analysointi tehdään kyselylomakkeille, mistä pyritään saamaan tietoa opettajien pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavista tekijöistä. Toisaalta videoidut oppitunnit analysoidaan ja niiden pohjalta kuvaillaan yhden opettajan pedagogista sisältötietoa perusteellisemmin tutkimuskysymysten suunnassa.

4.4.1 Kyselylomakkeiden analysointi

Kyselylomakkeiden analysoinnin aloitin lukemalla opettajien vastaukset läpi ja tekemällä ensimmäiset havainnot vastausten määrästä ja laadusta. Opettajan B vastaukset sain postitse käsinkirjoitettuna versiona, joten siirsin tämän lomakkeen tiedot sähköiseen muotoon sanasanaisesti. Analysointia yhdenmukaistaakseni siirsin kunkin opettajan kyselylomakkeen vastaukset sisällönesitys-*taulukko*on. Merkitsin eri opettajien vastauksia nimityksillä opettaja A, opettaja B ja opettaja C kuten heidät esittelin luvussa 4.2.2. Kyseistä jaottelua käytän tässä tutkimuksessa kuvatessani eri opettajien pedagogista sisältötietoa tai sen osa-alueita.

Kyselylomakkeen aineistoa analysoin erillisissä osissa. Ensiksi analysoin opettajien kirjaamat virtapiirien opetusta pilkkovat tärkeät aiheet. Luokittelin opettajien vastaukset siten, että vertasin opettajien A, B ja C sisällönesitys-*taulukoissa* mainittuja tärkeitä aiheita Loughranin ym. (2006, 186-203) esittämään sisällönesitys-*taulukon* tärkeisiin aiheisiin. Luokittelu on Tuomen ja Sarajärven (2002, 95) mukaan tekstianalyysin yksinkertaisin muoto. Koska analyysissa verrataan tutkimusaineistoa toiseen, on siinä teoreettinen kytkentä, mikä Tuomen ja Sarajärven (2002, 98) mukaan voi toimia apuna analyysin etenemisessä. Loughranin ym. (2006, 186-203) vertailu-*taulukon* tärkeät aiheet ohjasivat analyysiä sen edetessä, mutta analyysiyksiköt valitsin aineistosta kuten Tuomen ja Sarajärven (2002, 98) mukaan luokittelussa käy.

Taulukoin Excel-ohjelmalla opettajien A, B ja C tärkeät aiheet omiin lokeroihinsa ja Loughranin ym. sisällönesitys-*taulukon* tärkeät aiheet numerojärjestyksessä 1.-8. omaan lokeroonsa (ks. taulukko 1). Opettajien A, B ja C mainitsemat tärkeät aiheet on yhdistetty vertailu-*taulukon* aiheisiin yhtenäisellä viivalla, jos vastaava tärkeä aihe käsitteenä mainitaan vertailu-*taulukossa*. Jos

tutkimuksen opettajan sisällönesitys-aulukossa mainitulla tärkeällä aiheella tulkitsen tarkoitettavan samansuuntaista asiaa kuin vertailutaulukossa, on nämä aiheet yhdistetty katkoviivalla toisiinsa. Katkoviiva kuvaa, että tärkeät aiheet eivät täysin vastaa sisällöllisesti toisiaan. Tutkimuksen opettajan sisällönesitys-aulukossa mainitut käsitteet on yhdistetty viivapisteisellä katkoviivalla vertailutaulukon aiheisiin, jos siinä mainittu käsite ja vertailutaulukon tärkeä aihe voivat tulla toistensa kautta ilmi. Näiden yhteys toisiinsa ei ole suoraviivainen.

Sisällönesitys-aulukoiden pohjalta kirjoitin kuvaukset kunkin opettajan tärkeistä aiheista siten, että niistä tulee ilmi vastaukset sisällönesitys-aulukon mukaisiin kyselylomakkeen kysymyksiin. Kuvaukset sisältävät opettajien maininnat siitä, mitä oppilaiden tulee oppia kustakin aiheesta ja miksi aihe on opettajien mielestä tärkeää tietää, mikä vaikeuttaa tai rajoittaa aiheen opettamista, miten opettaja huomioi oppilaiden ajattelun, mitä muita tekijöitä aiheen opettamiseen vaikuttaa, mitä opetusmenetelmiä opettaja käyttää ja miksi sekä miten opettaja varmistaa oppilaiden ymmärryksen kunkin aiheen osalta. Kysymykseen ”mitä muuta itse tiedät aiheesta (mutta mitä oppilaiden ei vielä tule tietää)” jätin pois näistä kuvauksista. Kuvausten perusteella voidaan kuvailla sitä, minkä tiedonalueen opettajat näkevät vaikuttavan heidän sähköopin virtapiirejä koskevaan pedagogiseen sisältötietoon.

4.4.2 Videoiden analysointi

Aloitin opettajan A videoitujen virtapiirituntien analysoinnin katsomalla ne kertaalleen läpi. Näin sain ensimmäisen käsityksen siitä, mitä tunneilla tapahtuu. Tämän jälkeen litteroin videot sanasanaisesti. Helaakosken ja Viirin (2008) mukaan puhtaaksi kirjoitettu teksti on lähtökohta aineiston analysoinnille. Litterointivaiheessa kirjasin myös oppitunnin ajallisen etenemisen minuuttien ja sekuntien tasolla ylös. Näin ollen käsin kirjatuihin litteroinneihin on näkyvillä, minä ajan hetkenä milläkin oppitunnilla käsitellään mitään aihetta. Kirjoitin myös ylös, mitä opettaja A tekee ja mitä opetusmenetelmää kulloinkin käytetään.

Litteroidusta tekstistä etsin ensin aiheita tai käsitteitä, mitä oppitunneilla käsitellään. Niitä löytyi yhteensä neljätoista eri aihetta ja aihe 0, millä tarkoitan oppitunneilla esiintyviä katkoja. Muodostin vertailutaulukon opettajan A sisällönesitys-aulukossa esitettyjen tärkeiden aiheiden ja virtapiiritunneilla

esiintyneiden aiheiden välille (ks. taulukko 2). Analysoin tuntien kulun perusteella, mitkä aiheet oppitunnilla liittyvät mihinkin opettajan A kirjaamaan isoon aiheeseen.

Aineiston pohjalta muodostin myös Excel-ohjelman avulla aika, aihe -kuvaajat, missä näkyy, mitä aihetta oppitunneilla käsitellään milläkin ajan hetkellä, missä kohtaa opetuksessa on taukoja ja myös se, kuinka kauan aikaa käytetään tietyn aiheen käsittelyyn. Lisäksi laskin aika, aihe -kuvaajien (kuvaajat 1-3) avulla, kauanko virtapiiritunnilla käsitellään mitäkin opettajan A sisällönesitys-tilukossaan mainitsemaa aihetta. Mikäli aihe ei ollut liitettävissä mihinkään opettajan A mainitsemaan tärkeään aiheeseen, niin jätin sen omaksi ajanjaksoksi oppitunnin kulkuun. Lisäksi kuvaajan avulla on laskettu aika, mikä kuluu erilaisiin siirtymiin ja tunnin keskeytyksiin (aihe 0), jolloin oppitunnilla ei käsitellä mitään tiettyä aihetta. Oppitunneista laskin myös prosentit, kauanko kunkin tärkeän aiheen opettamiseen tai muuhun oppitunnin tapahtumaan käytetään aikaa suhteessa tunnin kokonaisuuteen.

Kuvaajissa jatkuva ohut viiva, missä on pallukoita, kuvaa taulukossa 2 mainittujen aiheiden mukaisesti, mitä aihetta 0-14 oppitunnilla milläkin ajanhetkellä käsitellään. Tämän lisäksi paksu viiva on merkitty opettajan A sisällönesitys-tilukossaan mainitsemien tärkeiden aiheiden (5=jännite, 7=sähkövirta, 8=virtualähde, 6=virtapiiri ja 12-14=kytkennät) kohdalle. Näin on tehty, mikäli videolta tehtyjen havaintojen pohjalta on todennettavissa, että opettaja pyrkii tietyn tärkeän aiheen opettamiseen muiden aiheiden kautta. Tällä tavalla nähdään, kauanko tiettyä sisällönesitys-tilukossa mainittua tärkeää aihetta milläkin oppitunnilla opetetaan.

Pystysuora ohut viiva kuvaa opetuksessa ilmeneviä muutoksia. Tällaisia muutoksia ovat aiheen vaihtuminen toiseksi tai katko opetuksessa. Aihe 0 kuvataan taulukossa 2 valmisteluksi, keskeytykseksi tai siirtymäksi seuraavaan aiheeseen. Niinpä pystysuoran viivan laskiessa vaakasuoralle akselille saakka eli aiheeseen 0 tarkoitetaan sitä, että oppitunnilla valmistaudutaan tuona aikana esimerkiksi ryhmitöihin tai opettaja vaihtaa käsiteltävää aihetta.

Sananaisen litteroinnin pohjalta kirjoitin lisäksi kuvauksen opetuksen sisällöllisestä etenemisestä, opetusmenetelmistä ja oppilaiden ajattelun huomioimisesta sekä ymmärryksen varmistamisesta. Niissä ei ole yksilöity oppilaiden vastauksia vaan niistä todetaan, että oppilas sanoo tai vastaa näin ja näin. Viittaan näihin kuvauksiin tutkimustulosten yhteydessä.

5 TUTKIMUSTULOKSIA

Tutkimustulokset esitellään tutkimuskysymyksiin liittyen erikseen kyselylomakkeen osalta luvussa 5.1 ja videoitujen oppituntien sekä kyseisen opettajan A kyselylomakkeen tietojen perusteella luvussa 5.2.

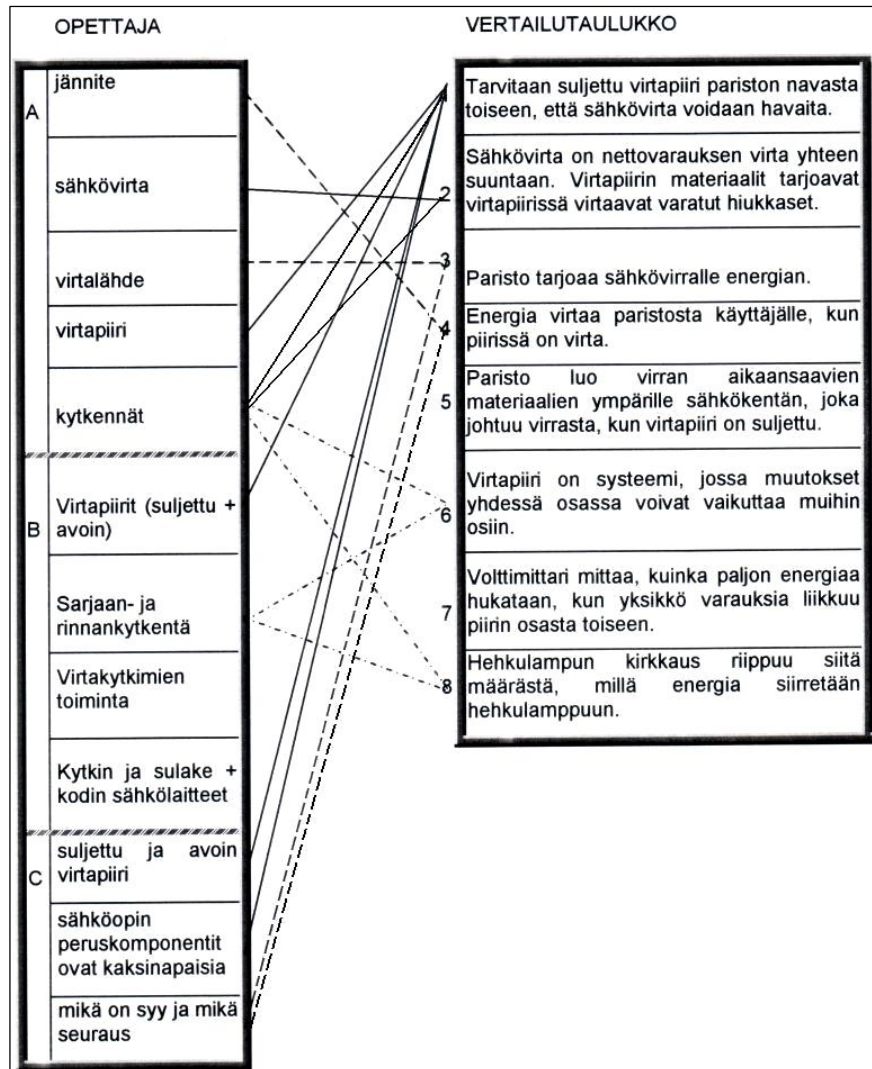
5.1 Tutkimuksen opettajien pedagoginen sisältötieto sähköopin virtapiirien opetuksesta

Kyselylomakkeista muodostettujen sisällönesitys-taulukoiden perusteella on muodostettu kaksijakoiset kuvaukset opettajien A, B ja C pedagogisesta sisältötiedosta sähköopin virtapiireistä. Tutkimustulokset esitellään erikseen tärkeiden aiheiden (luku 5.1.1) ja muun sisällönesitys-taulukon osalta (luku 5.1.2).

5.1.1 Virtapiirien opetusta jäsentävät tärkeät aiheet verrattuna kokeneiden luonnontieteen opettajien näkemyksiin

Tutkimukseen osallistuneiden opettajien A, B ja C sisällönesitys-taulukoissa mainitsemat tärkeät aiheet on lueteltuna taulukon 1 vasemmanpuoleisessa sarakkeessa. Taulukon 1 oikeanpuoleisessa sarakkeessa on lueteltuna vertailutaulukossa eli Loughranin ym. (2006, 186-203) sisällönesitys-taulukossa esiintyvät tärkeät aiheet virtapiirien opetuksesta.

Tulosten kuvaamisessa käytetään apuna aineiston analysoinnin (luku 4.4.1) yhteydessä esitettyä jaottelua erilaisten viivojen merkityksestä. Sisennetyt tekstipätkät ovat aineiston analyysivaiheessa auki kirjattuja kuvauksia opettajien sisällönesitys-taulukoista.



Taulukko 1 Tärkeät aiheet opettajien A, B ja C sisällönesitys-taulukoissa verrattuna Loughranin ym. (2006) tutkimuksen sisällönesitys-taulukon tärkeisiin aiheisiin

Opettajan A mainitsema käsite ”jännite” yhdistyy katkoviivalla vertailutaulukon aiheeseen neljä siitä syystä, että jännite ja energia ovat toisiinsa liittyviä käsitteitä sähköopissa. Yleisesti tiedetään, että jännite määritellään siten, että jännite on varauksen sähköinen potentiaalienergia jaettuna varauksen suuruudella. Jännitteestä käytetään usein nimitystä potentiaaliero, mikä kuvaa, että esimerkiksi pariston napojen välillä oleva jännite eli potentiaaliero saa sähkövaraukset eli elektronit liikkumaan. Elektronit siis liikkuvat, koska ne saavat energiaa paristolta. Alla oleva sisennetty teksti puolestaan kuvaa, mitä opettajan A vastausten perusteella oppilaiden tulee kustakin aiheesta oppia ja miksi se on oppilaille tärkeää tietää.

Ensiksi oppilaiden tulee oppia, miten jännite syntyy (erimerkkiset sähkövaraukset saavat aikaan jännitteen) ja että mitä hyötyä siitä on (jännite saa sähkövirran kulkemaan). Lisäksi tulee oppia,

että jännitteen yksikkö on voltti (V) ja että tavallisessa sauvaparistossa on 1,5 V:n jännite. Pistorasiassa on 230 V jännite, mikä on hengenvaarallinen. Käsitteenä jännite on tärkeä tietää, että oppilaat ymmärtävät, mistä sähkövirta syntyy, miksi paristossa on + ja - navat ja miksi turvallisuuden kannalta ei saa tehdä kokeita verkkovirralla.

Tärkeä aihe ”sähkövirta” esiintyy käsitteenä vertailutaulukon aiheessa 2. Alla olevan kuvauksen perusteella yhteys on melko suora. Kuvauksessa todetaan opittavat faktat.

Toisena oppilaiden tulee oppia, että sähkövirta on elektronien liikettä ja että jännite synnyttää sähkövirran. Lisäksi tulee oppia, että sähkövirta edellyttää virtalähteen (esim. pariston) ja suljetun virtapiirin. Sähkövirta voi virrata vain sähköä johtavissa materiaaleissa (esim. metallit). Sähkövirta on tärkeä tietää, jotta oppilaat ymmärtäisivät virtapiirin idean ja sähkölaitteiden toimintaperiaatteen.

Tärkeä aihe ”virtalähde” yhdistyy katkoviivalla vertailutaulukon aiheeseen 3. Aiheessa mainitaan ”paristo”, mikä on yksi esimerkki virtalähteestä. Opettajan A mielestä virtalähteestä saadaan sähkövirtaa, mutta vertailutaulukon mukaan se tarjoaa energian virtapiirille.

Kolmantena oppilaiden tulee oppia, että virtalähde on laite, josta saadaan sähkövirtaa. Virtalähteitä ovat esimerkiksi paristo ja akku. Paristoissa ja akuissa kemiallinen energia muutetaan sähköksi. Lisäksi tulee oppia, että virtalähteessä napojen välillä on jännite, joka ylläpitää sähkövirtaa virtapiirissä.

Tärkeä aihe ”virtapiiri” esiintyy käsitteenä vertailutaulukon aiheessa 1. Opettaja A kirjaa virtapiiristä opittavaksi vielä huomattavasti enemmän kuin mitä vertailutaulukossa mainitaan.

Neljäntenä aiheena oppilaiden tulee oppia, että virtapiiri on sähkön kulkureitti. On opittava, että sähkövirta kulkee vain suljetussa virtapiirissä ja vain sähköä johtavissa materiaaleissa. Lisäksi oppilaiden tulee oppia rakentamaan suljettu virtapiiri käyttäen virtalähdettä, polttimoa ja johtimia. Oppilaiden on myös opittava, milloin syntyy avoin virtapiiri. Virtapiiri on tärkeä tietää, jotta oppilaat ymmärtäisivät virtapiirin idean ja sähkölaitteiden toimintaperiaatteen.

Opettajan A mainitseman tärkeän aiheen ”kytkennät” avulla opettaja havainnollistaa ja opettaa muita mainitsemiaan tärkeitä aiheita. Käsite ”kytkennät” on yhdistettävissä vertailutaulukon aiheisiin 1, 2, 6 ja 8. Kytkentöjä (”kokeet virtalähteiden, polttimoiden ja johtimien kanssa”) opettaja mainitsee käyttävänsä opetusmenetelmänä käsitteen ”virtapiiri” (aihe 1) ja käsitteen ”sähkövirta” (aihe 2) opettamisessa. Lisäksi vertailutaulukon tärkeä aihe 6 tulee esiin kytkentöjä tehdessä. Vastaavasti aiheen 8 ilmiö tulee esiin sarjaan- ja rinnankytkentöjen yhteydessä, vaikka sitä opettaja A ei toisikaan esille opetuksessaan. Yhteys näihin aiheisiin 6 ja 8 ei ole suoraviivainen kuten taulukon 1 viivapisteinen katkoviiva kuvaa.

Viidentenä oppilaiden tulee oppia erilaiset kytkennät. Tulee oppia, että useampiakin virtalähteitä ja polttimoita voidaan kytkeä virtapiirissä toisiinsa sarjaan tai rinnakkain. Oppilaiden tulee oppia, että virtalähteen jännitettä voi kasvattaa sarjakytkennällä, jolloin sähkövirralla on vain yksi kulkureitti. Sarjakytkennässä polttimot palavat himmeämmin kuin rinnakkainkytkennässä, missä sähkövirralla on kaksi kulkureittiä. Tällöin rinnankytketyistä lampuista, jos toinen sammuu, niin toinen palaa edelleen. Sarjakytkennässä yhden lampun sammuttaminen sammuttaa kaikki lamput (vrt. joulukuusen kynttilät).

Opettajan A vastauksista kolme aiheita voidaan yhdistää vertailutaulukon aiheisiin suoralla yhteydellä eli yhtenäisellä viivalla. Katkoviivalla yhdistettyjä aiheita on kaksi. Viivapisteisellä katkoviivalla yksi aihe yhdistyy vertailutaulukon kahteen aiheeseen. Opettajan A sisällönesitys-taulukon tärkeissä aiheissa on käsitteellisesti verraten paljon yhtymäkohtia vertailutaulukkoon, mikä huomataan taulukosta 1.

Opettajan B kirjaamista tärkeistä aiheista ”virtapiirit (suljettu ja avoin)” yhdistyvät vertailutaulukon aiheeseen 1. Opettaja B kuvaa alla olevalla tavalla, mitä siitä hänen mielestään tulee oppia.

Ensinnä oppilaiden tulee oppia, että sähkövirta kulkee virtapiirissä ja avoimessa sähkö ei kulje, suljetussa kulkee. Oppilaiden on tärkeä tietää tämä käytännön sovellusten kannalta.

Toisena tärkeänä aiheena opettaja B on maininnut ”sarjaan- ja rinnankytkennät”. Vastaavasti kuin opettajan A kohdalla nämä aiheet liittyvät ilmiötasolla mutta eivät suoraviivaisesti vertailutaulukon aiheisiin 6 ja 8. Opettajan B vastausten perusteella tärkeän aiheen ”sarjaan- ja rinnankytkennät” kautta on nimenomaan tarkoitus oppia, mitä vaikutusta on sarjaan- ja rinnankytkennöillä käytännössä.

Toisena oppilaiden tulee oppia, että polttimoita ja paristoja voidaan kytkeä sarjaan tai rinnan. Tulee oppia, että sarjassa polttimot palavat himmeämmin ja että sarjassa yhden polttimon irrottaminen sammuttaa kaikki. Rinnankytkennässä polttimon vika ei sammuta muita. Lisäksi tulee oppia, että paristojen rinnan- ja sarjaankytkentöihin liittyy erot, että sarjaankytkemällä saadaan suuri jännite ja rinnankytkennällä pienempi jännite, mutta [pidempi] kesto. Oppilaiden on tärkeä tietää tämä käytännön sovellusten kannalta, että osaa mm. valita virtalähteen eri tarkoituksiin.

Opettaja B on kirjannut lisäksi kaksi muuta tärkeää aiheita, jotka ovat ”virtakytkimien toiminta” ja ”kytkin ja sulake + kodin sähkölaitteet”. Ne eivät sellaisinaan eivätkä periaatteelliselta kannalta yhdisty suoraan vertailutaulukon tärkeisiin aiheisiin.

Kolmantena oppilaiden tulee oppia, miten kytkimet/katkaisimet toimivat. Tämä on tärkeä tietää käytännön sovellusten kannalta, että osaa korjata yksinkertaisia vikoja, kun ymmärtää toimintaperiaatteen. Neljänneksi oppilaiden tulee oppia asioita kytkimestä ja sulakkeesta sekä kodin sähkölaitteista. Oppilaiden tulee oppia, että sulake katkaisee virran/virtapiirin ja pääkytkin katkaisee kaikki virtapiirit. Vialliset sähkölaitteet ovat hengenvaarallisia. Ei saa tehdä omia sähkökytkentöjä. Lisäksi opitaan kodinkoneiden toimintaperiaatteita. Oppilaiden on tärkeää tietää

tämä, että osaa toimia oikein tietyissä tilanteissa kotona ja muualla. Lisäksi ei vaarana itseään ja muita. Tärkeää tietää, että ymmärtää kodinkoneiden toimintaperiaatteet.

Opettajan B vastauksista vain yksi aihe yhdistyy suoraviivaisesti vertailutaulukkoon. Sen lisäksi opettajan B sisällönesitys-taulukon yksi aihe yhdistyy kahdella viivapisteisellä katkoviivalla vertailutaulukkoon. Kahden aiheen yhtenemättömyys kokonaan vertailutaulukkoon on huomattava poikkeus muiden opettajien A ja C vastauksiin nähden. Opettajan B vastaukset sisältävät vähiten yhtymäkohtia vertailutaulukkoon.

Opettajan C kirjaamat tärkeät aiheet sisältävät ensimmäisenä opittavana käsitteenä ”suljetun ja avoimen virtapiirin”. Toisena on mainittu tärkeä aihe ”sähköopin peruskomponentit ovat kaksinapaisia”. Nämä kaksi tärkeää aihetta yhdistyvät vertailutaulukon aiheeseen 1, koska siinä mainitaan sekä virtapiiri, että pariston kaksinapaisuus.

Ensinnäkin oppilaiden tulee oppia, milloin piiri on suljettu ja milloin se on avoin, koska muuten ei voi hallita missään määrin virtapiirejä. Toiseksi oppilaiden tulee oppia, että sähköopin komponentit ovat kaksinapaisia. Tämä on perustieto, että voi ymmärtää piirin toimintaa.

Kolmantena tärkeänä aiheena opettaja C mainitsee, että on ”tärkeää tietää, mikä on syy ja mikä seuraus”, millä hän tarkoittaa, että tulee tietää, että ”jännite aiheuttaa sähkövirran”. Tämä yhdistyy vertailutaulukon aiheeseen 3 ja 4 eli ”paristo tarjoaa sähkövirralle energian” ja ”energia virtaa paristosta käyttäjälle, kun piirissä on virta”. Aiheet liittyvät toisiinsa, kun paristosta tiedetään, että paristossa on napojen välillä jännite eli potentiaaliero, mikä saa aikaan sähkövirran.

Kolmantena oppilaiden tulee oppia, että jännite aiheuttaa sähkövirran, sillä se on virtapiirien keskeisin asia.

Opettajan C vastauksista kaksi aihetta yhdistyy vertailutaulukkoon suoraviivaisesti. Näiden lisäksi mainittu aihe yhdistyy katkoviivalla vertailutaulukon kahteen aiheeseen. Opettajan C mainitsemia tärkeitä aiheita on muihin opettajiin A ja B nähden vähemmän. Niistä käy ilmi sisällöllisesti oleelliset periaatteet sähköopin virtapiireistä vertailutaulukkoon yhteneväisyyden perusteella.

Yhtenäistä kaikkien opettajien A, B ja C sisällönesitys-taulukoiden tärkeissä aiheissa on, että vain tärkeä aihe ”virtapiiri” mainitaan kunkin opettajan taulukossa ja vertailutaulukossa. Opettajan A taulukossa aihe esiintyy vasta neljäntenä tärkeänä aiheena, mutta muiden opettajien taulukoissa ja vertailutaulukossa aihe on mainittu

ensimmäisenä. Opettajien A ja B vastauksissa yhtenäistä on lisäksi se, että kytkennöistä tulee oppia myös polttimoiden ja paristojen sarjaan- ja rinnankytkennät. Vertailutaulukossa eikä opettajan C sisällönesitys-taulukossa kytkentöjä ei ole mainittu tärkeänä opittavana aiheena vaan ainoastaan opetusmenetelmänä. Opettajat A ja B huomioivat kytkennät myös opetusmenetelmänä. Opettajien A ja C vastauksissa yhtenäistä on, että he ottavat huomioon jännitteen ja sitä kautta myös sähkövirran, mistä opettajan B taulukossa on vain maininta sarjaan- ja rinnankytkentöjen yhteydessä.

Vertailutaulukon tärkeiden aiheiden 5 ja 7 kanssa ei esiinny yhteneviä ajatuksia opettajien A, B ja C sisällönesitys-taulukoissa. Tämä oli odotettavaa, sillä aiheen 5 ja aiheen 7 sisältö eivät kuulu perusopetuksen 5.-6. luokkien fysiikan opetussuunnitelmaan.

Tärkeisiin aiheisiin liittyen vain opettaja A on kuvannut sisällönesitys-taulukossaan eritellysti, mitä muuta itse tietää aiheesta, mutta mitä hänen mielestään ei oppilaiden vielä tule tietää. Opettaja B toteaa vastauksissaan, että hän tietää mainitsemistaan tärkeistä aiheista yleistiedon sekä oppikirjojen tiedot, koska ”olen vain luokanope”. Opettaja B on myös yliviivannut kyselylomakkeen kysymyksestä kohdan ”mitä oppilaiden ei vielä tule tietää”. Opettajan C vastaus kysymykseen on, että hän tietää mainitsemistaan tärkeistä aiheista ”aika paljon”.

5.1.2 Opettajien näkemykset opetuksessa huomioon otettavista asioista

Sisällönesitys-taulukossa oleviin kysymyksiin opettajien A, B ja C vastaukset kustakin tärkeästä aiheesta jäivät opetuksessa huomioon otettavista tekijöistä lyhytsanaisiksi. Tutkimuksen vertailutaulukossa (Loughran ym. 2006, 186-203) sen sijaan kuvaillaan yksityiskohtaisesti opetukseen vaikuttavia tekijöitä. Erikseen mainittuihin tärkeisiin aiheisiin liittyviin kysymyksiin opettajat vastasivat osin samoilla sanoilla tai niissä viitattiin katsomaan aiempaa vastausta. Tällaisilla vastauksilla tulkitsemisen tarkoitettavan opettajan näkemystä ylipäättään sähköopin virtapiirien opetuksesta. Esimerkiksi opettaja A mainitsee muita opetukseen vaikuttavia tekijöitä (”oppilaiden ja opettajan vireystila sekä vierailijat ja kamerat luokassa”) vain käsitteen jännite opettamisen kohdalla. Tulkintani mukaan kyseiset tekijät vaikuttavat jokaisella videoidulla virtapiiritunnilla. Vain opettaja C on eritellyt eri aiheiden opettamiseen vaikuttavat erilaiset tekijät.

Opettajan A sisällönesitys-taulukon vastauksia sähköopin virtapiirien opetuksesta on kuvattu alla olevassa sisennetyssä tekstissä.

Virtapiirin, sähkövirran ja jännitteen sekä kytkentöjen opettamista vaikeuttaa ja rajoittaa se, ettei sähkövirtaa ja jännitettä voi nähdä. Myös koevälineiden puutteellisuus ja rajallisuus vaikeuttaa opetusta. Lisäksi kokeiden tekemiseen opetusryhmä on opettajan mielestä iso. Rajoitettu tuntikehyks vaikuttaa opettajan mukaan siten, ettei tunneilla ole aikaa syventyä asioihin kovin perusteellisesti. Sähköoppiin liittyy opettajan mielestä paljon käsitteitä, mitkä eivät ole oppilaille tuttuja. Opettaja mainitsee, että hän huomioi oppilaiden ajattelun ja ennakkokäsitykset intuitiivisesti ja toivoo opetustilanteen ohjaavan toimintaa. Opetusmenetelminä opettaja käyttää opetuskeskustelua ja konkreettisia esimerkkejä sekä kokeilemalla ja tekemällä oppimista virtalähteiden, polttimoiden ja johtimien kanssa. Opetukseen vaikuttaa opettajan mukaan myös oppilaiden ja opettajan vireystila sekä vierailijat ja kamerat luokassa. Oppilaiden ymmärrystä opettaja varmistaa seuraamalla oppilaiden tekemistä kokeiden aikana sekä oppilaiden kysymysten ja vastausten kautta opetuskeskustelussa sekä tutustumalla vihkomuistiinpanoihin. Opettaja ei mainitse minkään sähköopin virtapiirejä koskevan tärkeän aiheen kohdalla, mitkä asiat mahdollisesti ymmärretään väärin.

Kuvauksen perusteella opettajan A mielestä ennakkokäsitykset voidaan ottaa huomioon intuitiivisesti opetuksen aikana. Hän ei kuvaa auki, mitä tarkoittaa ennakkokäsityksillä. Tutkitun tiedon kaltaisia näkökulmia oppilaiden ennakkokäsityksistä opettajan A vastauksista ei ilmene. Hän ei mainitse, että tekisi oppilaille ennen käsitteiden opettamista ennakkokäsityksiä kartoittavia kysymyksiä. Opettaja A kuitenkin kirjoittaa, että sähkövirtaa ja jännitettä ei voi nähdä, minkä myös Loughran ym. (2006, 186-203) vertailutaulukossaan huomioivat opetukseen vaikuttavana tekijänä. Opettaja A tiedostaa, että sähköoppiin liittyy paljon käsitteitä, mitkä eivät ole oppilaille tuttuja. Hän ei selvennä, mitä tällaisia käsitteitä opetuksessa käsitellään.

Opettajan A vastauksista nousee esille kontekstiin liittyviä perusteluja. Koevälineiden puutteellisuus ja rajallisuus hankaloittaa opetusta. Opettaja A ei selvennä, miten hän pyrkii vaikuttamaan siihen, että välineet ovat kunnossa ja niitä on riittävästi oppilaille. Iso opetusryhmä vaikuttaa luonnollisesti opettamiseen, mutta tämän vaikutusta esimerkiksi opetusmenetelmiin opettaja A ei kuvaa auki. Opettajan A maininta rajoitetun tuntikehyksen vaikutuksesta opetuksen syvällisyyteen ei selvennä, mihin asioihin hän tämän johdosta kiinnittää huomiota. Oppilaiden ja opettajan vireystila on aina opetukseen vaikuttava tekijä. Opettaja A ei tarkemmin selvennä, miten huomioi tämän esimerkiksi aiheeseen motivoinnissa. Kamerat ja vierailijat luokassa voivat vaikuttaa sekä opettajan A opetukseen että oppilaiden toimintaan.

Opetusmenetelmien kuvaus opettajan A sisällönesitys-taulukossa on luettelevaa. Esimerkiksi opetuskeskustelusta ei vastausten perusteella selviä, miten se etenee. Konkreettisista esimerkeistä ei myöskään ole kuvattu mielenkiintoista tietoa siitä, mitä ne ovat. Kokeilemalla ja tekemällä oppimisesta ei tarkemmin selviä, millaisten tehtävien kautta oppimiseen pyritään. Ymmärryksen varmistamisesta opettaja A ei tarkemmin kuvaa, mitä asioita havainnoi ja miten puuttuu esimerkiksi virhekäsityksiin.

Opettajan B näkemyksiä sähköopin virtapiirien opetuksesta hänen sisällönesitys-taulukonsa perusteella on kuvattu alla olevassa tekstissä.

Sähköopin virtapiirien opettamista vaikeuttaa ja rajoittaa materiaalit, joita koululta löytyy tai ei löydy. Oppilaiden ajattelu huomioidaan siten, että opetus on alakoulussa mahdollisimman konkreettista. Opettamiseen vaikuttaa opettajan mielestä ennakkovalmistelujen tärkeys eli se, että tarkistaa etukäteen, onko materiaalit palautettu vai vielä jonkun muun käytössä. Opetusmenetelmänä virtapiirien ja sarjaan- ja rinnankytkentöjen opetuksessa opettaja käyttää opettajajohtoista omatoimista työskentelyä, koska silloin opetus hänen mielestään ”menee perille” ja alakoulussa ei hänen mielestä juuri ole vaihtoehtoja, miten muuten opettaa. Sulakkeita ja kodin sähkölaitteita opettaja opettaa opettajajohtoisesti, mutta tunnilla myös kuunnellaan paljon sekä opettajan omia, että oppilaiden kertomia kertomuksia. Havaintomateriaalina tällöin käytetään sulakkeita ja pienkoneita. Oppilaiden ymmärrystä opettaja pyrkii varmentamaan valvomalla kokeita, että ne onnistuvat kaikilla. Lisäksi hän tekee koonnan käsitellyistä asioista oppituntien lopussa. Opettaja ei mainitse minkään sähköopin virtapiirejä koskevan tärkeän aiheen kohdalla, mitkä asiat mahdollisesti ymmärretään väärin.

Opettaja B ei mainitse ennakkokäsityksiä opetukseen vaikuttavana tekijänä. Hän kuitenkin mainitsee ottavansa oppilaiden ajattelun huomioon siten, että opetus on konkreettista, muttei selvänä, miten tämä vaikuttaa oppilaiden oppimiseen.

Myös opettaja B ottaa huomioon kontekstiin liittyviä tekijöitä opetukseen vaikuttavina tekijöinä. Ennakkovalmisteluista opettaja B huomauttaa, että on tärkeää tarkistaa, ovatko materiaalit käytettävissä opetuksessa. Opettaja B ei kuvaa, mitä materiaaleja hän tarkemmin tarkoittaa tarvitsevansa kytkentöjen yhteydessä, vaikka hän mainitsee käyttävänsä sulakkeita ja pienkoneita havaintomateriaalina niitä opettaessaan. Opettajan B vastauksista ei ilmene, testaako hän välineiden toimivuutta ennen opetusta.

Opetusmenetelminä opettaja B kertoo käyttävänsä opettajajohtoista omatoimista työskentelyä ja kertomuksia. Mielenkiintoinen tieto siitä, miten opetus käytännössä tapahtuu jää saamatta vastausten perusteella. Esimerkiksi ei selviä, onko kaikilla oppilailla omat välineet tai tehdäänkö kytkennät yhtäaikaaisesti opettajan johdolla. Epäselväksi jää myös, miten opettaja B valvoo kokeiden onnistumisen kaikilta. Opettajan B perusteluista opetusmenetelmille ”menee perille” ja ”ei

vaihtoehtoja alakoulussa” ei tarkemmin selviä, miksi nämä ovat ainoat oikeat menetelmät opettajan B mielestä.

Opettajan C sisällönesitys-taulukon perusteella muodostettu kuvaus virtapiirien opettamisesta on esitetty alla olevassa tekstissä kahdessa erillisessä kappaleessa. Näin siksi, että niistä käy ilmi opettajan eriteltyt vastaukset eri aiheiden opettamiseen.

Avoimen ja suljetun virtapiirin opettamista vaikeuttaa se, että opettajan täytyy itse osata asia ja osata myös havainnollistaa sitä. Sähköopin komponenttien kaksinapaisuuden opettamiseen ei opettajan mielestä liity suuria vaikeuksia, paitsi ehkä ennakkokäsityksiä. Oppilaiden ajattelun opettaja huomioi lähtemällä liikkeelle konkretiasta. Tämän hän selventää siten, että ensin tehdään piirejä oppilaista ja vasta sitten vastaavat kytkennät tehdään ”oikeilla välineillä”. Hän kuvaa tämän edelleen auki siten, että tehdään malleja oppilaista itsestään, jolloin oppilaiden kädet ovat napoja. Tällöin oppilaat oppivat, että sähköopin komponenteilla on kaksi napaa. Opetusmenetelminä opettaja käyttää kokeellisia ja elämyksellisiä menetelmiä, koska aihe on vaativa ja abstrakti. Oppilaat oppivat siten opettajan mielestä hyvin, ja näiden menetelmien avulla voi konkretisoida. Oppilaiden ymmärryksen voi opettajan mukaan varmistaa havainnollistamalla ja itse osallistumalla sekä keskustelemalla ja teettämällä ”kytkentöjä”. Opettaja kommentoi myös, että jos asia taiten opetetaan, niin tuskin on suuria ongelmia oppilaiden oppimisessa.

”Jännite aiheuttaa sähkövirran” opettamista vaikeuttaa opettajan mukaan se, että syyn ja seurauksen ymmärtäminen on vaikeaa opettajallekin. Lisäksi hänen mukaansa opetuksessa on otettava huomioon, että oppilaat eivät erota toisistaan jännitettä ja sähkövirtaa. Ennakkokäsitykset vaikuttavat opettajan mukaan tämän aiheen opettamiseen. Opetusmenetelmänä opettaja käyttää tämän aiheen opettamisessa kokeellista tutkimista, jolloin tehdään havaintoja virtapiireistä. Oppilaiden ymmärrys varmistetaan kyselemällä ja keskustelemalla sekä teettämällä kytkentöjä.

Opettaja C ottaa huomioon sisältötiedon hallinnan opetukseen vaikuttavana tekijänä. Tämä käy ilmi hänen maininnastaan, että opettajan on itse osattava asia ja sen havainnollistaminen. Lisäksi se ilmenee siitä, että hän vastaa eri aiheiden opettamiseen vaikuttaviin tekijöihin eri tavoin. Lisäksi opettaja C kuvaa sisältötietoa siten, että tietyt sisällöt ovat vaikeita ja abstrakteja tai vaikeita ymmärrettäviä asioita myös opettajalle itselleen.

Ennakkokäsitysten opettaja C mainitsee vaikuttavan opetukseen, muttei kuvaa tarkemmin auki, mitä niillä tarkoittaa. Kuitenkin hän ottaa huomioon jännitteestä ja sähkövirrasta sen, että oppilaat eivät erota näitä käsitteitä toisistaan. Oppilaiden ajattelun opettaja C ottaa huomioon opettamalla konkreettisesti ja hän myös selittää auki, mitä tällä tarkoittaa.

Kontekstin vaikutus opettajan C vastauksista huomataan vain luokka-asteen huomioon ottamisessa siinä, että oppilaat saavat itse aluksi olla välineitä. Opettajan C osalta ei etukäteen tiedusteltu, että opettaako hän sillä hetkellä millekään luokalle

sähköoppia. Opettajan C vastaukset eivät siis liity minkään tietyn opetusryhmän opettamiseen.

Opetusmenetelmiä opettaja C kuvaa auki kertomalla opetusmallin kaksinapaisuuden ja virtapiirin idean opettamisessa. Lisäksi hän perustelee opetusmenetelmiään siten, että kokeellisten ja elämyksellisten menetelmien kautta oppilaat hänen mielestään oppivat hyvin ja vaativat ja abstraktit aiheet konkretisoituvat. Opettaja C myös mainitsee, että virtapiireistä tehdään havaintoja, kun tutkitaan kokeellisesti. Ymmärryksen varmistamisessa maininnat siitä, että opettaja C havainnollistaa, itse osallistuu, kyselee, keskustelee ja teettää kytkentöjä eivät tarkemmin kuvaa, mihin asioihin opettaja C kiinnittää huomiota ymmärrystä varmistettaessa.

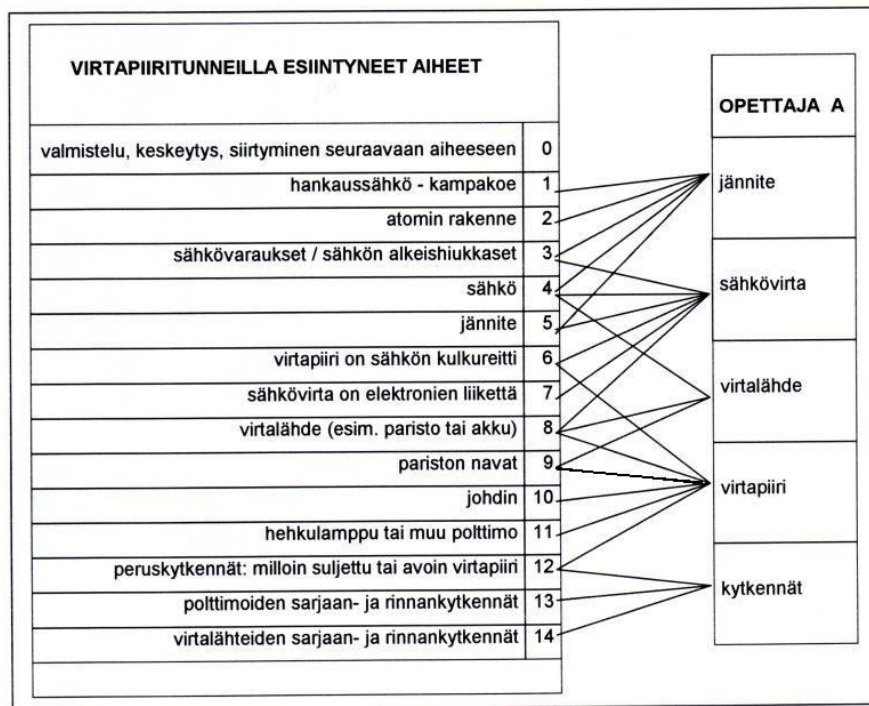
5.2 Sähköopin virtapiirin opettaminen kuudennella luokalla

Tässä luvussa esittelen opettajan A kyselylomakkeen vastausten ja videoitujen 6. luokan oppituntien pohjalta esiin nousevia tutkimustuloksia. Sisällönesitys-taulukko ohjasi havaintojen tekemistä videoilta.

5.2.1 Virtapiirien opetuksessa esiintyneitä käsitteitä ja aiheita

Opettajan A virtapiiritunneilla käsiteltäviä aiheita havainnoitiin yhteensä 14, mitkä ovat lueteltuna taulukon 2 vasemmanpuoleisessa sarakkeessa. Taulukossa 2 on lisäksi yhdistettynä oppitunneilla esiintyneet aiheet opettajan A sisällönesitys-taulukossa mainitsemiin tärkeisiin aiheisiin, mitkä ovat lueteltuna taulukon 2 oikeanpuoleisessa sarakkeessa.

Sisällönesitys-taulukon aiheet ja virtapiiritunneilla esiintyneet aiheet on yhdistetty toisiinsa viivoilla. Viiva on vedetty yhdistämään aiheita, jos videolta tehtyjen havaintojen perusteella aiheista opetetaan samoja asioita kuin mitä opettaja A mainitsee sisällönesitys-taulukossaan. Kuvaus opettajan A tärkeistä opittavista aiheista esitettiin luvussa 5.1.1.



Taulukko 2 Virtapiirituntien havainnoinnin pohjalta oppitunneilla käsiteltävien aiheiden ja opettajan A sisällönesitys-taulukossaan mainitsemien tärkeiden aiheiden vertailu

Taulukon 2 perusteella opettaja A käyttää oppitunneilla käsitettä jännite, minkä hän on kirjannut tärkeäksi opittavaksi aiheeksi. *Aihe 5* vastaa siis sisällönesitys-taulukon tärkeää aihetta ”jännite”. Sähkövirrasta oppitunnilla opetetaan, että sähkövirta on elektronien liikettä. *Aihe 7* siis vastaa sisällönesitys-taulukon aihetta ”sähkövirta”. Virtalähde tuodaan oppitunnilla esiin pariston ja akun kautta ja näin ollen *aihe 8* vastaa sisällönesitys-taulukon aihetta ”virtalähde”. Virtapiiristä oppitunnilla korostetaan, että virtapiiri on sähköön kulkureitti. *Aihe 6* vastaa siten sisällönesitys-taulukon aihetta ”virtapiiri”. Kytkentöjä käsitellään oppitunnilla usean eri aiheen kohdalla, mutta taulukossa 2 se on yhdistetty aiheisiin 12, 13 ja 14. Näin siksi, että oppituntien kulusta erotetaan, minkälaista kytkentää kulloinkin käsitellään. Sisällönesitys-taulukon aihe ”kytkennät” vastaavat siis oppitunnilla esiintyviä *aiheita 12-14*.

Edelleen taulukon 2 perusteella opettajan A sisällönesitys-taulukossaan mainitsemia tärkeitä aiheita opettaja A opettaa käytännössä useaa muuta käsitettä käyttäen. Luvussa 5.1.1. esiteltiin kuvaus opettajan A vastauksista sisällönesitys-taulukon kysymykseen, mitä kustakin tärkeästä aiheesta oppilaiden tulee oppia. Sen perusteella opettaja A tiedostaa näiden muiden aiheiden käytön olevan tarpeellista

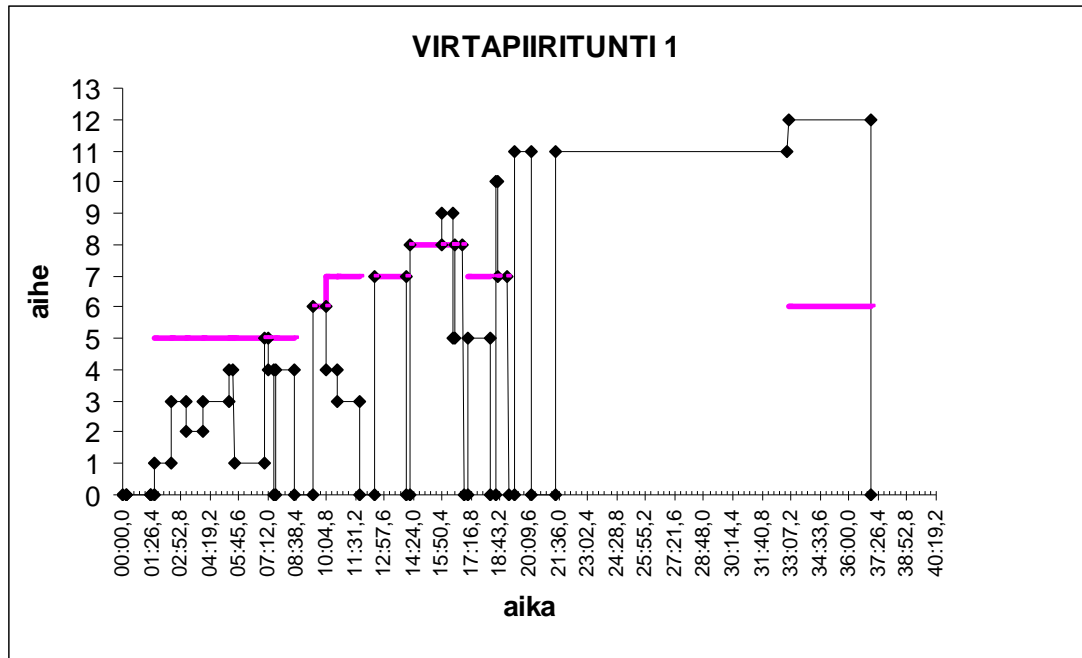
kunkin tärkeän aiheen opettamisessa, vaikka ne eivät pelkästään käsitteenä mainitusta tärkeästä aiheesta käy ilmi.

Oppitunneilta havainnoitujen neljäntoista aiheen yhteydestä opettajan A sisällönesitys-aulukon tärkeisiin aiheisiin huomataan, että sähkövaraukset, sähkö, jännite, virtapiiri on sähköön kulkureitti, virtalähde, pariston navat ja peruskytkenät saavat eniten yhteyksiä tärkeisiin aiheisiin. Näiden aiheiden käsittely tulee siis ilmi useamman sisällönesitys-aulukossa mainitun tärkeän aiheen kautta.

5.2.2 Sähköopin virtapiirien opettaminen käytännössä

Videoitujen oppituntien pohjalta on muodostettu aika, aihe-kuvaajat sähköopin virtapiirien opetuksen etenemisestä. Näissä kuvaajissa 1-3 on kuvattuna kolmen eri virtapiiritunnin osalta oppiaineen sisältötiedon opetuksen eteneminen ajallisesti vaakasuoralla akselilla ja sisällöllisesti pystysuoralla akselilla. Sisällöt, mitä oppitunneilla käsitellään, ovat taulukossa 2 esitetyt aiheet 0-14. Edellisessä luvussa 5.2.1. esitetyn taulukon 2 aiheiden yhteys toisiinsa on todennettavissa myös kuvaajista 1-3. Opetuksen sisällöllinen eteneminen oppitunneilla kuvataan auki kunkin kuvaajan yhteydessä.

Kuvaajissa 1-3 paksun ja ohuen viivan huomataan kulkevan toisinaan päällekkäin tai rinnakkain. Tämä tarkoittaa havaintojeni perusteella sitä, että vaikka kuvaajan perusteella tunnilla käsitellään tiettyä aihetta, niin videolta tekemieni havaintojen pohjalta opettaja A pyrkii kuitenkin jonkun muun aiheen opettamiseen. Esimerkiksi ensimmäisellä oppitunnilla ajanhetkellä 11:20 käsitellään aihetta 3 (sähkövaraukset), mutta sen kautta pyritään opettamaan aihetta 7 (sähkövirta on elektronien liikettä). Vastaavasti kuvaajissa 1-3 käy myös niin, että opettaja käsittelee aihetta, minkä hän on maininnut myös sisällönesitys-aulukossaan tärkeäksi aiheeksi, mutta pyrkii tekemieni havaintojen mukaan opettamaan toista tärkeää aihetta. Näin tapahtuu esimerkiksi ensimmäisellä virtapiiritunnilla kuvaajassa 1 ajanhetkellä 17:30.



Kuvaaja 1 Virtapiiritunnin 1 aiheet ajan funktiona

Ensimmäisen oppitunnin alussa opettaja A lukee Kirsi Kunnaksen sähköankeriaasta kertovan kuvitteellisen runon. Runon kautta ei opita mitään sähköopillisia faktoja, joten se kuuluu aiheeseen 0.

”Yksi voltikas, sähköankerias meni umpisolmuun ja kas, siitä tuli töpsemi. Tarvittiin meisseli, vastusmittari ja tietysti tongit. Ongi, millä ongit, sanoi hauki ja paikalle ui suu auki. Sen voltikkaan nielaisi ja heti grillautui.” (00:15-01:25)

Oppitunnin aloituksen lisäksi erilaisiin siirtymiin aiheiden välillä, muihin keskeytyksiin ja valmisteluihin (aihe 0) kuluu oppitunnista noin 5,5 minuuttia, mikä vastaa 15 % koko oppitunnista.

Kuvaajan 1 perusteella opettaja A käyttää aikaa 6,75 minuuttia oppitunnin alussa jännitteen (aihe 5) opettamiseen. Tämä on 18 % koko oppitunnilla käytetystä ajasta, kun ensimmäinen oppitunti kestää kokonaisuudessaan noin 37 minuuttia. Kuvaajasta 1 huomataan myös, että jännitteen opettamiseen päädytään usean muun ilmiön tai aiheen käsittelyn kautta. Seuraava sisennetty teksti kuvaa opetuksen sisällöllistä etenemistä hankaussähkö-ilmioistä käsitteeseen jännite. Sisennetyissä teksteissä suluissa mainitut ajanhetket viittaavat kyseiseen oppituntiin ja sen kuvaajaan.

Opettaja kertoo ensin hankaussähkö-ilmiotä kuvaavan kampakokeen (1:35). Hankaussähkön kautta saadaan käsittelyyn erimerkkiset sähkövaraukset (2:26), jotka opettaja liittää atomiin piirtämällä taululle yksinkertaisen atomimallin (3:09) siten, että protonit ovat ytimessä ja elektronit kiertävät ympärillä. Kampakokeen (5:31) kautta opettaja opettaa, että erimerkkisten varausten välille syntyy vetovoima, jota kutsutaan jännitteeksi (7:01). Opettaja jatkaa selittämistä sähköön syntymisestä, että se liittyy plussiin ja miinuksiin (7:37).

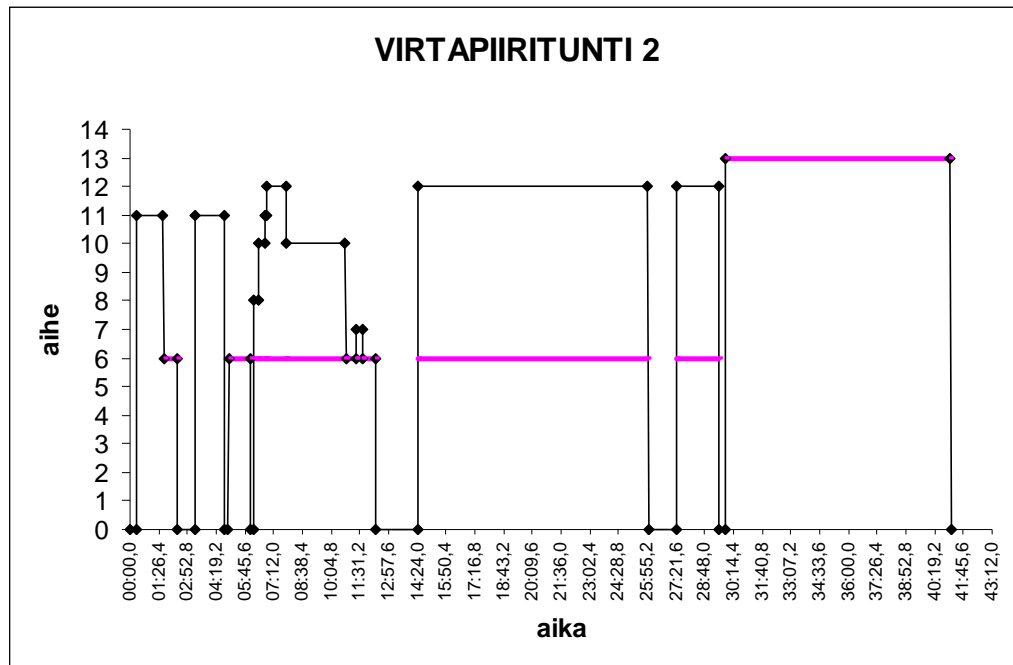
Opetus jatkuu kuvaajan 1 mukaan lyhyesti aiheesta 6 eli virtapiiristä. Aihe kuitenkin vain mainitaan oppitunnilla taulumuistiinpanojen yhteydessä. Sen sijaan käsittelyyn nostetaan sähkövirta ja paristo. Tästä syystä myös kuvaajassa 1 paksu viiva jatkuu yhtenäisenä aiheesta 6 aiheeseen 7. Sähkövirran opettamiseen (aihe 7) käytetään noin 5 minuuttia, mikä on 13 % koko oppitunnista. Virtalähdettä (aihe 8) oppitunnilla käsitellään reilu 2,5 minuuttia eli 7 % koko oppitunnista.

Opettaja jatkaa taulumuistiinpanoilla otsikolla "Virtapiiri on sähköön kulkureitti" (9:26). Virtapiiriin päästäkseen opettaja johdattelee oppilaat ajattelemaan sähkövirtaa, että se on jonkin liikettä tai virtaa. Opettaja kyselee, että koska sähkö (10:05) muodostuu plussista ja miinuksista (10:38), niin kummat niistä ovat liikkeessä. Oppilas vastaa kampakokeen perusteella, että protonit. Opettaja perustelee atomimallilla, että protonit ovat ytimen keskellä paikallaan ja elektronit ovat ne, jotka pääsevät aina liikkumaan. Tästä päädytään lopputulokseen, että sähkövirta on elektronien liikettä (12:28).

Seuraavaksi muistellaan laitteita, joihin voidaan varastoida sähköä. Oppilaat muistavat, että tällaisia ovat akku ja paristo. Opettaja kertoo niitä kutsuttavan virtalähteiksi (14:15). Näistä paristoa tarkastellaan tarkemmin. Opetus etenee siten, että ensin huomataan, että pariston navat (15:49) ovat erimerkkiset eli plus ja miinus ja että niiden välille syntyy jännite (16:22). Tämän jälkeen opettaja vielä kertoo, että paristoissa ei ole suoraan varastoituneena sähköä, vaan kemiallista energiaa, joka muuttuu sähkövirraksi tai sähköenergiaksi (16:39). Opettaja selittää, että yhdistettäessä pariston navat johtimella (18:31), lähtee sähkövirta (18:36) virtaamaan, koska napojen välille syntyy jännite (17:06). Tästä opettaja toteaa, että ilman lamppua tällainen kytkentä on huono, koska se vai tyhjentää pariston.

Oppitunti siis etenee siihen, että on tarpeen käsitellä hehkulamppuja. Lopputunti käytetään hehkulampun (aihe 11) tarkasteluun, mitä opettaja ei erikseen mainitse sisällönesitys-työkalussa tärkeänä opittavana aiheena. Hehkulampun käsittelyyn käytetään aikaa noin 12,5 minuuttia, mikä on 34 % koko oppitunnilla käytetystä ajasta. Lisäksi oppilaat miettivät oppitunnin lopussa hehkulampun rakenteen perusteella, että syttyisikö lamppu palamaan, jos se kytkettäisiin paristoon johtimilla. Tällöin oppitunnilla ei kuitenkaan puhuta avoimen tai suljetun virtapiirin muodostumisesta. Pohdinnan tulkitseen kuitenkin ohjaavan oppilasta ajattelemaan, mitä virtapiirin muodostuminen edellyttää. Tämä huomioituna virtapiiri-käsitteeseen (aihe 6) liittyvää opetusta tapahtuu tunnilla noin 4,75 minuuttia, mikä on 13 % koko oppitunnilla käytetystä ajasta.

Opettaja esittelee lampun osat ja rakenteen (19:26). Kolmen oppilaan ryhmissä tutkitaan oppikirjan kuvia hehkulamputta (21:26) ja selvitetään kuvissa esitettyjen erilaisten rakenteiden perusteella, mitkä polttimot syttyisivät, jos ne kytkettäisiin paristoon (32:59). Vielä ei mainita sanaa virtapiiri, mutta opitaan jo ajattelemaan, että hehkulamppu kytketään jotenkin paristoon.



Kuvaaja 2 Virtapiiritunnin 2 aiheet ajan funktiona

Toinen virtapiiritunti on ajallisesti heti ensimmäisen tunnin perään ja kestää yhteensä vajaan 42 minuuttia. Opetusta jatketaan edelleen hehkulamputta/polttimoista (aihe 11) ja niiden opetukseen käytetään aikaa vajaa 3 minuuttia, mikä on 7 % koko oppitunnilla käytettävästä ajasta.

Ensiksi todetaan loisteputkilampuista, että niissä ei ole hehkulankaa vaan loisteainetta, elohopeaa, minkä vuoksi niitä ei saa laittaa normaali-jätteeseen (1:09). Energiansäästölamputta puolestaan mainitaan, että ne säästävät energiaa ja ovat pitkäikäisiä (4:12).

Tämän jälkeen opettaja A pyrkii opettamaan, että virtapiiri on sähkön kulkureitti ja kertoo, mitä osia siihen kuuluu. Virtapiirien teoreettiseen opettamiseen kuluu aikaa vajaa 8 minuuttia, mikä on 18 % koko oppitunnista. Lisäksi oppilaat tekevät kytkentöjä oikeilla välineillä oppikirjan tehtävien mukaan. Tähän käytetään aikaa vastausten tarkistuksineen noin 13 minuuttia, mikä on 32 % koko oppitunnista. Virtapiirien (aihe 6) opettamiseen toisella tunnilla käytetään yhteensä noin 21 minuuttia, mikä on 50 % koko oppitunnista.

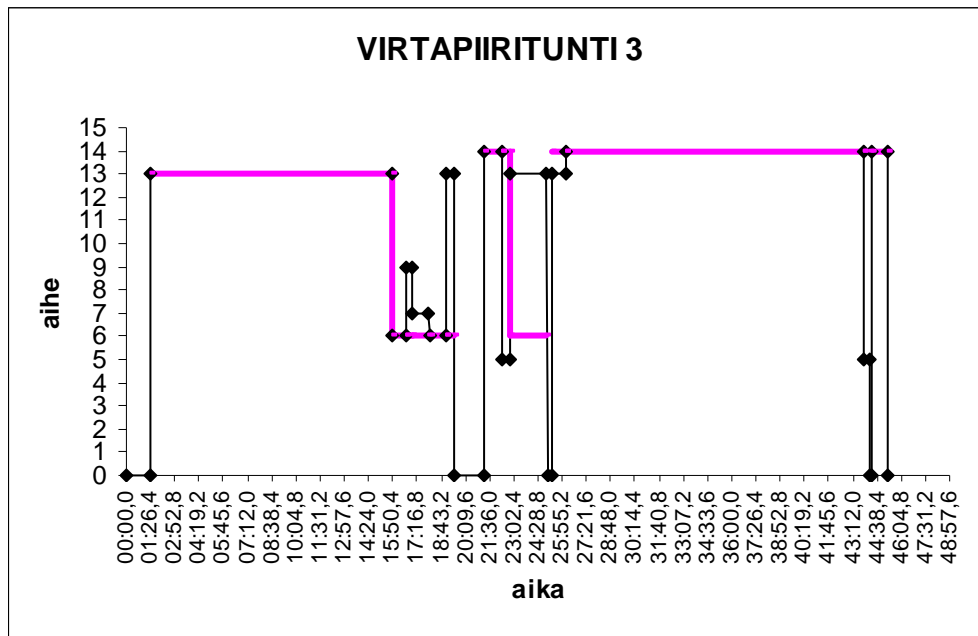
Ensin virtapiiristä sähköän kulkureittinä todetaan, että sähkövirta kulkee vain suljetussa virtapiirissä (5:15). Seuraavaksi opettaja esittelee virtapiirin osat, joita ovat litteä 4,5 voltin paristo (6:17), johtimet (6:26) ja hehkulamppu (6:47), piirtämällä ne taululle suljetuksi virtapiiriksi (7:14). Opettaja selittää, että jotta lamppu saadaan palamaan, on oltava sähkövirtaa ja siksi on oltava virtalähde. Lisäksi on oltava johdin, joka on sähköä kuljettavaa ainetta (7:55). Tästä nostetaan esille, että esimerkiksi metallit johtavat sähköä hyvin. Opettaja vielä toteaa, että johtimen paikalla on siis oltava sähköä johtavaa materiaalia, jolloin hyppynaru ei kävisi johtimeksi. Opettaja selittää taulukuvan avulla, että kun on suljettu virtapiiri (10:57), niin sähkövirta (11:24) pääsee kulkemaan. Jos johdin irtoaa tai katkeaa, niin lamppu sammuu. Näin huomataan, että sähköllä pitää olla kulkureitti (11:54).

Oppilaat tekevät tämän jälkeen kolmen oppilaan ryhmissä kytkentöjä oikeilla välineillä. Oppilaat testaavat ensin oppikirjan ehdotusten mukaan, miten lamppu saadaan syttymään eli testaavat, mitkä kohdat lampusta ja millä tavalla ne tulee yhdistää paristoon, että lamppu syttyy. Oppilaat siis tekevät kytkentöjä, joissa muodostuu tai ei muodostu suljettu virtapiiri (14:26-25:57). Vastaukset tarkistetaan (27:22-29:30).

Toisella oppitunnilla käsitellään myös polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkentöjä (aihe 13) yhteensä 11 minuuttia, mikä vastaa 27 % koko oppitunnista. Näistä kytkennöistä tehtyjen havaintojen läpikäynti jää seuraavalle oppitunnille.

Oppilaat kytkvät useampia polttimoita samaan suljettuun virtapiiriin. Tehtävänä on kopioida oppikirjan sarjaankytkennän kuva vihkoon ja tehdä kytkentä. Oppilaiden tulee verrata sarjaankytkettyjen polttimoiden kirkkautta keskenään ja tutkia, mitä tapahtuu, kun toinen polttimo irrotetaan. Havainnot kirjataan vihkoon. Polttimoiden rinnankytkennästä oppilaiden tulee verrata polttimoiden kirkkautta sarjaankytkettyjen polttimoiden kirkkauteen ja selvittää, mitä tapahtuu, jos toisen polttimon ruuvaa irti kannastaan. (29:59-41:07)

Opetusta keskeyttää tällä toisella oppitunnilla rehtorin kuulutus, siirtymät ryhmätöihin, huomautukset käytöksestä sekä muut mahdolliset valmistelut ja siirtymät (aihe 0). Aikaa näihin kuluu yhteensä lähes 7 minuuttia, mikä on 16 % koko oppitunnista.



Kuvaaja 3 Virtapiiritunnin 3 aiheet ajan funktiona

Kolmannella virtapiiritunnilla edellisistä tunteista on kulunut aikaa viikko. Kolmas oppitunti kestää yhteensä noin 45 minuuttia. Opetus aloitetaan polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkennöistä (aihe 13) ja yhteensä siihen käytetään aikaa noin 14,5 minuuttia, mikä vastaa 32 % koko oppitunnista.

Kolmannen oppitunnin aluksi käydään läpi polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkennöistä edellisellä viikolla saadut havainnot (1:23-15:49). Sarjaankytkennän osalta todetaan, että molempien lamppujen tulisi palaa yhtä himmeästi, vaikka osa oppilasryhmistä on saanut tuloksen, että toinen lamppuista palaa toista himmeämmin. Toisen lampun irtiruuvaamisen todetaan sammuttavan myös toisen lampun. Tätä verrataan joulukuusen valoihin, jotka kaikki sammuvat, kun yhden lampun löysentää irti kannastaan. Oppikirjasta luetaan polttimoiden sarjaankytkennästä, että kahden polttimon läpi kulkee vähemmän sähkövirtaa kuin yhden läpi. Tätä opettaja selventää, että kaksi polttimoa vastustaa sähkövirtaa enemmän kuin yksi, jolloin kaksi lamppua myös palaa himmeämmin kuin yksi lamppu.

Polttimoiden rinnankytkennästä todetaan, että lamput palavat tässä kytkennässä kirkkaammin kuin sarjaankytkennässä. Oppilaat eivät yhtä lukuun ottamatta osaa kertoa muistiinpanojensa varassa tätä. Lisäksi kytkennöistä olisi pitänyt huomata, että jos toisen lampun irrottaa, niin toinen lamppu jää palamaan rinnankytkennässä. Tämä vastaus saatiin yhden oppilaan muistiinpanojen perusteella. Rinnankytkennästä opettaja käyttää myös nimitystä rinnakkainkytkentä.

Tämän jälkeen ajanhetkellä 15:50 opettaja A kertoo virtapiiristä, että se on sähkön kulkureitti. Kuvaajassa 3 paksu viiva jatkuu yhtenäisenä aiheesta 13 aiheeseen 6, koska oppitunnilla ei ole ajallista taukoa vaikka käsiteltävä aihe muuttuu.

Opettaja kertoo pariston navat (plus ja miinus) (16:45) ja sähkövirran kulun (17:01) miinusnavasta plusnapaan, kun on tehty suljettu virtapiiri kuten kalvokuvissa (18:05). Polttimoiden sarjaankytkennästä olevan kalvokuvan avulla opettaja kiertää elektronien reitin

pariston miinusnavasta johdinta pitkin hehkulamppuun, hehkulangasta edelleen toiseen johtimeen ja toiseen hehkulamppuun, mistä kolmatta johdinta pitkin pariston plusnapaan. Tämän perusteella todetaan, että sarjaankytkennässä sähköllä on vain yksi kulkureitti. Lamppujen kohdalla opettaja tuo esille, että sähkövirta synnyttää lampussa valoa ja lämpöä. Vastaavasti reitti kierretään rinnankytkentäkuvan avulla ja siitä todetaan, että sähköllä on kaksi kulkureittiä. Reitit kuitenkin kierretään toisistaan erillisinä siten, että ensin paristosta kierretään reitti toisen lampun kautta takaisin paristoon ja tämän jälkeen paristosta uudelleen toisen lampun kautta takaisin paristoon. Tämän perusteella selvennetään, että toisen lampun irrottaminen säilyttää virtapiirissä toisen kulkureitin (19:05).

Oppilailta on ollut kotiläksynä moniste, missä on kuva kytkennästä, jossa kaksi paristoa on kytketty sarjaan. Lisäksi siinä on kolme hehkulamppua kytketty siten, että niistä kaksi on kytketty sarjaan ja nämä edelleen rinnakkain kolmannen lampun kanssa. Monisteen kautta selvennetään sarjaankytkettyjen paristojen kokonaisjännite ja mitkä lamput sammuvat, kun eri komponenttien väliltä irrotetaan johdin. Näin ollen monisteen avulla kerrataan polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkentöjen ominaisuuksien kautta sitä, milloin suljettu virtapiiri säilyy. Kuvaajassa 3 monisteen käsittely sijoittuu ajanhetkeen 21:19-25:00. Virtapiirin (aihe 6) käsitettä oppitunnilla käsitellään yhteensä vajaa 6 minuuttia, mikä on 13 % koko oppitunnilla käytettävästä ajasta.

Jo edellä kuvatussa kotiläksymonisteessa käsiteltiin paristojen sarjaan- ja rinnankytkentöjä (aihe 14). Yhteensä niitä käsitellään 21 minuuttia, mikä vastaa 47 % koko oppitunnista. Aiheen käsittelyn aikana esiintyy lyhyitä taukoja opetuksessa, mutta aikaväli 25:19-45:15 käytetään kuitenkin paristojen sarjaan- ja rinnankytkentöjen käsittelyyn. Näin ollen se on yhtenäisenä ajanjaksona kuvaajassa 3.

Opettaja selventää vielä kalvokuvan avulla virtalähteiden (paristojen) sarjaan- ja rinnankytkentöjä. Opettaja huomauttaa, että sarjaankytkennässä erimerkkiset navat yhdistetään toisiinsa ja rinnankytkennässä yhdistetään puolestaan samanmerkkiset navat. Tämän jälkeen opettaja kertoo, että virtapiirissä, missä paristoja on kytketty rinnan, lamppu palaa kauemmin, mutta sarjaankytketyssä lamppu palaa kirkkaammin. Tämän opettaja kertoo johtuvan jännitteestä ja havainnollistaa tätä kokonaisjännitteen laskemisen kautta. Näin ollen tullaan tulokseen, että paristojen sarjaankytkennällä virtapiirin jännitettä voi kasvattaa. Paristojen rinnankytkennällä puolestaan saadaan virta riittämään kauemmin. Tunnin loppuun opettaja näyttää demonstraationa (41:22-44:11) paristojen sarjaan- ja rinnankytkennän erot ja vaikutukset lampun palamiskirkkauteen.

Kolmannella virtapiiritunnilla käsitellään siis erilaisia kytkentöjä yhteensä vajaa 36 minuuttia, mikä on 79 % koko oppitunnista. Tunnilla siirtymisiin ja valmisteluihin sekä muihin keskeytyksiin (aihe 0) kuluu aikaa yhteensä 3,5 minuuttia, mikä vastaa 8 % koko oppitunnista.

5.2.3 Opettajan kohtaamat haasteet virtapiiritunneilla

Videoitujen oppituntien perusteella sisältötiedon puutteellinen hallinta aiheuttaa vaikeuksia käsitteiden opettamisessa, oppilaiden kysymyksiin vastaamisessa ja opetuskysymysten muodostamisessa ja täten opetuskeskustelun etenemisessä. Sisältötiedon puutteellisesta hallinnasta johtuen opettaja A esimerkiksi käyttää yleiskielen käsitettä ”sähkön syntyminen” opettaessaan, miten jännite aiheuttaa sähkövirran. Oppitunnilla ei varsinaisesti selitetä, miten sähkövirta aiheutuu, vaikka opettaja monta kertaa mainitsee, että ”sähkö syntyy ihan noista atomeista, plussista ja miinuksista, kun negatiiviset varaukset lähtevät liikkeelle”. Opetuksen edetessä opettaja kohtaa myös ristiriidan opettamiensa asioiden välillä. Opettaessaan, että sähkövirta on elektronien liikettä, hän mainitsee, että ”negatiiviset varaukset liikkuvat”. Samalla hän huomaa, että aiemmin kerratussa hankaussähköä käsittelevässä kampakokeessa positiiviset varaukset liikkuvat paperin kappaa lähinnä olevaan reunaan. Opettaja selittää asian toteamalla, että ”lähinnä vain negatiiviset varaukset liikkuvat esimerkiksi sähköjohdoissa”.

Opettaja esittää oppilaille paljon kysymyksiä, joihin hän odottaa tiettyä vastausta. Oppilaat eivät osallistu oppitunneilla juurikaan opettajan ohjaamaan opetuskeskusteluun, jolloin se ei etene. Tällöin opettaja joutuu muuttamaan opetusta luennoinniksi. Opetuskysymyksiä on pohdittu enemmän luvussa 5.2.5 opettajan käyttämien opetusmenetelmien yhteydessä.

Opettajan opettaessa virtapiiristä, että ”johtimet yhdistävät pariston kaksi napaa ja hehkulampun kaksi napaa”, hän mainitsee, että ”johtimen paikalla tulee olla sähköä johtava materiaali”. Yksi oppilas kysyy tästä, että voiko johtimen sisälle laittaa vettä. Opettaja kohtaa haasteen vastatessaan oppilaan kysymykseen. Opettaja vastaa, että ”kyllä vesi johtaa sähköä, mutta en ole koskaan testannut”. Hetken mietittyään opettaja jatkaa, että ”jos on makeeta vettä, niin silloin ei johtaisi, mutta suolainen vesi johtaa ja sekin pitäisi olla oikein semmosta voimakasta suolavettä”. Sama oppilas kysyy tämän jälkeen, että johtaisiko pelkkä suola. Tähän opettaja vastaa, ettei tiedä johtavatko suolakiteet suoranaisesti. Opettajan mukaan asian voisi testata laittamalla suolavanan paristosta lamppuun ja testaisi, että palaisiko lamppu. Toisen kerran eräs oppilas kysyy, että mitä tapahtuu, jos kytkee paristoja sekä sarjaan, että rinnakkain. Opettaja hetken miettii ja vastaa, että ”pitäis kokeilla” ja tuumii vielä, että ”mitähän kävisikään”.

Opettaja A mainitsee kyselylomakkeella, että koevälineiden puutteellisuus tai rajallisuus ja iso opetusryhmä kokeiden tekemiseen vaikeuttavat virtapiirien opettamista. Nämä ilmenevät myös videolla. Oppilaat tekevät videoituilla virtapiiritunneilla kytkentöjä kolmen oppilaan ryhmissä vain yhdellä tunnilla käyttäen välineinä pieniä polttimoita, litteää 4,5 voltin paristoa ja hauenleukapäisiä johtimia. Opettaja joutuu kytkentöjä tehtäessä käymään vaihtamassa oppilaiden polttimoita, koska ne eivät toimi, ja opastamaan vaikeasti käytettävien hauenleukojen käytössä.

Opettaja A mainitsee myös rajoitetun tuntikehyksen vaikeuttavan opetusta siten, että asioihin ei ole aikaa syventyä kovin perusteellisesti. Tämä näkyy videolla siinä, että opetus on toteavaa. Lisäksi yhdellä ja samalla oppitunnilla tehdään sekä peruskytkenöt, missä oppilaiden tulee saada yksi hehkulamppu palamaan, että kahden polttimon sarjaan- ja rinnankytkentöjä. Opettaja ei tarkista jokaiselta ryhmältä, ovatko oppilaiden kytkennät menneet oikein. Polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkentöjä tehdessä aika loppuu kesken, jolloin osalta oppilaista jää havainnot tekemättä. Opettaja joutuu näistä syistä toteamaan seuraavalla virtapiiritunnilla kytkennöistä tehtyjä havaintoja tarkistettaessa, että oppilaat ovat saaneet kytkennöissä erilaisia vastauksia. Opettaja ei osaa selittää, mistä vastausten erilaisuudet johtuvat muuten kuin perustelemalla opettajanoppaaseen vedoten, mitä pitäisi olla oikea vastaus. Polttimoiden rinnankytkentöjä koskevia havaintoja vihoista tarkistettaessa opettaja huomaa, että monelta on vastaukset kirjaamatta. Oppilaat eivät enää tee kokeita tällä tunnilla, joten oppilaat kirjoittavat toisten tekemät havainnot vihkoonsa, kun vastauksia tarkistetaan. Kytkentäkokeilla saavutetut tulokset siis todetaan oikeiksi tai vääriksi sen sijaan, että ihmeteltäisiin, mistä ne johtuvat. Opettaja kohtaa haasteen saada oppilaat oppimaan asia itse kokeilemalla kytkentöjen kautta.

5.2.4 Oppilaiden ajattelun huomioon ottaminen

Opettaja A ottaa oppilaiden ajattelun huomioon mainitsemalla sisällönesitystaulukossa, että sähköoppiin liittyy paljon käsitteitä, jotka eivät ole oppilaille tuttuja. Videoituilla oppitunneilla opettaja käyttääkin oppilaan kieltä kuvatessaan sähköopin ilmiöitä. Esimerkiksi oppilaan kuvatessa sähkövarauksia ”plus-juttuina ja miinus-juttuina” opettaja hämmästelee jopa hieman huvittuneena vastausta ja kertoo niiden

olevan sähkövarauksia eli elektroneja ja protoneja. Tämän jälkeen erimerkkisiin sähkövarauksiin viitatessaan opettaja kuitenkin puhuu useammin ”plussista” ja ”miinuksista” kuin elektroneista ja protoneista. Opettaja myös johdattelee oppilaita muistamaan tai keksimään sähköopin ilmiöistä käytettyjä käsitteitä. Esimerkiksi siis jännitteestä opettaja vihjaa, että ”alkaa j-kirjaimella, melkein kuin jännitys”.

Toisaalta opettaja A itse antaa opetuksen kautta uusia nimityksiä tai käsitteitä esimerkiksi selittäessään hehkulampun rakenteen ja siinä käytettävät nimitykset. Kuva hehkulampusta piirretään suoraan oppikirjan mallin mukaan. Oppilaan ei tällöin tarvitse tehdä omia havaintoja lampun rakenteesta. Oppilaiden on pitänyt päätellä kolmen oppilaan ryhmissä kuvien perusteella, mitkä polttimot palavat. Vastausten läpikäynti viittaamalla ei vaadi oppilaita käyttämään opittuja nimityksiä eikä muodostamaan selitystä, miksi jokin lamppu palaa tai ei pala. Näin ollen oppilaan oma prosessointi jää vähäiseksi.

Paristosta ja akuista opettaja A käyttää oppikirjan mukaisesti käsitettä virtalähde. Nimitys ohjaa ajattelemaan, että paristo antaa virtaa. Huomiotta jää, että jännite aiheuttaa sähkövirran. Opettaja A opettaa oppitunnilla suljetusta virtapiiristä, että ”jotta saadaan lamppu palamaan, niin pitää olla sähkövirtaa ja siksi meillä on täällä virtalähde”. Näin ollen virtalähteestä jää käsitys sähkövirran antajana. Opettaja A näyttää suljetusta virtapiiristä ”sähkön” kulkureitin sormella seuraten. Tämä jättää epäselväksi, mitä sähkö on.

Opettaja A ohjaa oppilaita käyttämään kytkennöissä tarvittavia välineitä ennen kuin hän jakaa ne oppilasryhmille. Polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkennöissä opettaja ei erikseen anna ohjeistusta kytkennöistä, vaan oppilaat toimivat oppikirjan ohjeiden mukaan. Mikäli oppilailta on kysyttävää, opettaja käy neuvomassa. Oppilaat tekevät kytkentöjä ryhmissä itsenäisesti. Opettaja käy muutaman ryhmän luona seuraamassa toimintaa, mutta ei kierrä jokaisen ryhmän luona kuuntelemassa tai ohjaamassa oppilaiden toimintaa ja ajattelua. Erityisesti polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkennöissä oppilaat tekevät päätelmiä ja havaintoja kytkentöjensä perusteella. Osalla ne menevät väärin, mikä todetaan havaintojen tarkistuskerralla viikkoa myöhemmin. Havaintojen läpikäynti muistiinpanojen varassa ei enää yhdistä oppilaan ajattelua havaintoon. Kokeita ei uusita tai niitä ei voinut tehdä loppuun, jos ne olivat jääneet kesken. Näin ollen usean oppilaan omat havainnot jäävät tekemättä

ja toisten saamat havainnot kopioidaan vihkoon. Oppilaan ajattelu jää näin osin muistinvaraiseksi.

Paristojen sarjaan- ja rinnankytkentöjen yhteydessä opettaja kysyy paristojen kokonaisjännitettä. Opettaja hyväksyy sarjaankytkennän yhteydessä vastaukseksi, että $1,5V+1,5V=3V$. Laskutoimitusta ei perustella tarkemmin. Rinnankytkennän osalta opettaja kysyy, paljonko siinä on jännite. Eräs oppilas vastaa ensin, että 4,5V, mikä hylätään vääränä vastauksena. Toinen oppilas vastaa, että 1,5V. Tämän opettaja hyväksyy, koska rinnankytkennässä jännite ei muutu. Tämän kautta siis opitaan, että sarjaankytkennässä jännite kasvaa, mutta rinnankytkennässä jännite pysyy samana. Oppilaan tulee tästä itse muodostaa ajattelumalli, että sarjaankytkennässä paristojen jännitteet voi summata mutta rinnankytkennässä ei.

5.2.5 Opettajan käyttämät opetusmenetelmät

Opettaja A mainitsee sisällönesitys-työkalussaan käyttävänsä opetusmenetelminä opetuskeskustelua, kokeita virtalähteiden, polttimoiden ja johtimien kanssa eli tekemällä kokeilemisen kautta oppimista sekä konkreettisten esimerkkien kautta havainnollistamista. Vastausten perusteella ei käy tarkemmin ilmi, mitä opetusmenetelmät käytännössä tarkoittavat.

Videolta tehtyjen havaintojen perusteella opettaja A opettaa useampia opetusmenetelmiä käyttäen kuin mitä hän sisällönesitys-työkalussaan erittelee. Opettaja kyselee oppilailta kysymyksiä ”kuka muistaa?” tai ”kuinka moni on joskus vaihtanut lampun?”, joihin oppilaat voivat vastata viittaamalla. Opettaja kysyy myös kysymyksiä, joihin on olemassa oikea vastaus kuten ”mitä sähkövirta on?”, ”miten vaikuttaa, kun paristoja kytketään sarjaan?”, ”mikä kytkennän nimi voisi olla?”. Miksi-kysymyksiä oppitunneilla ei juuri esiinny. Opettaja myös kysyy usealla eri kysymyksellä samaa asiaa. Näihin kysymyksiin vain harvat oppilaat osaavat vastata. Jos kukaan ei vastaa opettajan esittämiin kysymyksiin, opettaja antaa vihjeitä oppikirjan kuvista, joiden alla kuvatekstissä voi lukea vastauksen. Jos kukaan ei viittaa kysymykseen vastatakseen, opettaja kertoo itse vastauksen ja selittää myös hieman, miksi vastaus on niin. Käsitteiden nimiä opettaja myös kysyy oppilailta. Jos vastausta ei kukaan tiedä tai muista, opettaja vihjaa nimitystä esimerkiksi kertomalla, että ”ei elektroniikka, mutta vähän sen tyyppinen” (elektroni), ”alkaa j-kirjaimella, melkein kuin jännitys” (jännite).

Opettaja A käyttää oppitunneilla erilaisia havainnollistamisvälineitä. Liitutaululle opettaja piirtää kuvan kampakokeesta, jännitteestä, atomimallista, paristosta, hehkulampusta, yksinkertaisesta virtapiiristä, polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkennöistä. Taulukuvaan myös kirjoitetaan käsitteiden tai osien nimiä. Taulukuvan avulla opettaja myös seuraa sähkövirran reittiä virtapiirin komponentista toiseen. Opettaja mainitsee oppilaille erikseen, mitä taululta kirjoitetaan tai piirretään vihkoon muistiin. Vihkoon oppilaat piirtävät kuvia kytkennöistä myös suoraan oppikirjan kuvien mukaisesti. Opettaja käyttää virtapiirin osien opettamisen yhteydessä litteää 4,5 voltin paristoa, musta- ja punakuorisia johtimia sekä hehkulamppuja, minkä osat opettaja selittää erikseen. Piirtoheittimen avulla opettaja näyttää kuvia kytkennöistä (polttimoiden sarjaan- ja rinnankytkentä), joita oppilaat ovat itse välineillä tehneet. Kalvokuvien avulla myös käydään läpi kotitehtävänä ollut moniste ja paristojen sarjaan- ja rinnankytkentä sekä piirretään sähkövirran reitti virtapiirin komponentista toiseen.

Virtapiiritunteja varten opettaja A on jakanut aiheeseen liittyvät oppikirjan kappaleet sopiviin pätkiin, mitä oppitunneilla luetaan ääneen aiheen käsittelyn yhteydessä. Oppikirjan teksti luetaan ja opettaja kertoo asian luennoimalla tai kysyy siitä toteavia kysymyksiä. Kotiläksyksi oppilaat saavat vain yhden sivun kerrallaan.

Oppilaat tekevät oppitunneilla kaikki oppikirjan mukaiset kokeet, mitä virtapiirien käsittelyyn liittyy. Vastaukset käydään yhteisesti läpi siten, että opettaja kirjaa luokan sivutaululle vastaukset sitä mukaan, kun oppilaat viittaavat niihin. Vastauksia käydään läpi myös kalvokuvan avulla. Opettaja seuraa oppilaiden työskentelyä kiertelemällä luokassa ja istumalla opettajanpöydän takana. Opettaja käy muutamassa ryhmässä selventämässä ohjetta, kysymässä, miten sujuu ja auttamassa oppilaiden kysyessä neuvoa, mutta hän ei järjestelmällisesti puutu ryhmien kytkentöihin.

Opettaja demonstroi paristojen sarjaan- ja rinnankytkentöjen vaikutusta lampun palamiskirkkauteen. Esimerkkeinä polttimoiden sarjaankytkennästä opettaja mainitsee joulukuusen valot, missä kaikki lamput sammuvat, kun yhden lampun kiertää irti kannastaan. Rinnankytkennöistä opettaja mainitsee, että heidän keittiön valot on kytketty rinnan ja vaikka yhden lampun sammuttaa, niin muut jäävät silti palamaan.

6 TULOSTEN TARKASTELUA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli käsitteellistää opettajan pedagogisen sisältötiedon käsite ja sen kautta tutkia alakoulun kontekstissa opettajan pedagogista sisältötietoa sähköopin virtapiireistä. Lisäksi tutkimuksessa testattiin sisällönesitys- taulukkoa ja videointia tutkimusmenetelmänä. Tutkimuksen kyselylomakkeeseen vastasi kolme opettajaa ja lisäksi heistä yhden opettajan sähköopin virtapiiritunnit videoitiin.

Pedagogisen sisältötiedon käsitteellistäminen toi esiin, että yleisesti siihen katsotaan kuuluviksi opettajan tiedonalueet oppiaineen sisältötieto, pedagoginen tieto ja kontekstitieto. Erilaiset mallit pedagogisen sisältötiedon rakenteesta eroavat pääasiallisesti sen suhteen, kuinka tarkasti näihin tiedonalueisiin kuuluvia tekijöitä eritellään. Tutkimuksen kyselylomakkeen pohjaksi valittu sisällönesitys- taulukko pohjautui Loughranin ym. (2006) pedagogisen sisältötiedon käsitteellistämisen pohjalta rakentamaani malliin 4, minkä mukaan pedagoginen sisältötieto on pääasiallisesti vain pedagogisen tiedon ja oppiaineen sisältötiedon yhdistämistä. Tämä käsitteellistäminen ohjasi tutkimustani kuvailemaan nimenomaan sisällönesitys- taulukon mukaisten kysymysten kautta opettajien pedagogista sisältötietoa sähköopin virtapiireistä alakoulun kontekstissa.

Tutkimustulokset osoittavat, että tutkimusmenetelmän kautta ei saada kovin tarkkaa kuvausta opettajien pedagogisesta sisältötiedosta. Tärkeimpänä tutkimustuloksena tutkimuksella saavutetaankin tieto sisällönesitys- taulukon ja videoinnin soveltuvuudesta pedagogisen sisältötiedon tutkimusmenetelmäksi. Tämän lisäksi saadaan viitteitä siitä, että alakoulun opettajien pedagogisen sisältötiedon tukena on erityisesti oppiaineen oppikirjaan liittyvä opettajankirja. Tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä pienen otoskoon ja tutkimusmenetelmän puutteiden takia.

Tutkimustulosten tarkastelun yhteydessä tuon esille tutkimuksen kautta tutkimusmenetelmässä havaittuja puutteita. Tutkimuskysymyksiin saatiin kuitenkin suuntaa antavia vastauksia, joten pohdin myös niitä. Korostan kuitenkin, että tutkimuksella ei saavutettu yleistettäviä tuloksia.

6.1 Opettajan pedagogisessa sisältötiedossa sähköopin virtapiireistä vaikuttavat tekijät alakoulun kontekstissa

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli mitkä tekijät vaikuttavat opettajan pedagogiseen sisältötietoon sähköopin virtapiireistä alakoulun kontekstissa. Tutkimuskysymykseen haettiin vastauksia kolmen opettajan sisällönesitystaulukoiden perusteella.

Pelkän sisällönesitystaulukon kautta saadun tiedon pohjalta ei voida muodostaa varmaa käsitystä alakoulun opettajan pedagogiseen sisältötietoon vaikuttavista tekijöistä. Tutkimustuloksia ei myöskään voi yleistää pienen otoskoon ja vastausten suppeuden vuoksi. Sisällönesitystaulukoiden erilaisten jäsentymisten perusteella kuitenkin huomataan, että opettajien pedagoginen sisältötieto ei ole samanlainen samastakaan aiheesta kuten Loughran ym. (2006, 9) myös toteavat.

Sisällönesitystaulukoiden vertailu kokeneisiin luonnontieteen opettajiin (vertailutaulukko ja opettaja C) viittaa siihen, että oppiaineen sisältötiedon hallinta vaikuttaa opetusmenetelmien tarkempaan kuvailuun. Lisäksi se näyttää vaikuttavan siihen, että sisällönesitystaulukon vastauksissa erikseen mainittuihin tärkeisiin aiheisiin otetaan huomioon juuri tietyn tärkeän aiheen opettamiseen vaikuttavat tekijät. Myös Abellin (2007, 1118-1119) mukaan luonnontieteellisen sisältötiedon hyvä tai heikko hallinta näyttää vaikuttavan siihen, mitä opetusmenetelmiä käytetään. Lisäksi hyvin sisältötiedon hallitsevan Abell (2007, 1118-1119) toteaa myös kysyvän oppilailta enemmän korkeamman tason ajattelua stimuloivia kysymyksiä ja ottavan huomioon oppilaiden ennakkokäsitykset herkemmin kuin heikosti sisältötiedon hallitseva. Myös ennakkokäsitysten huomioon ottamisen osalta tutkimustulokset viittaavat samankaltaiseen tulokseen.

Sisällönesitystaulukon avulla ei saada Loughranin ym. (2004, 376) korostamalla tavalla eriteltyä tietoa siitä, miten alakoulun opettajat rakentavat sähköopin virtapiirejä koskevan opetuksensa. Alakoulun kontekstissa sen perusteella saadaan selville, että alakoulun opettajat vastauksissaan korostavat kontekstin vaikutusta sähköopin virtapiirien opettamiseen. Oppiaineen sisältötiedon ja pedagogisen tiedon osalta vastaukset jäivät opettajien A ja B osalta liian tulkinnanvaraisiksi, että voisin niiden perusteella kuvailla opettajien pedagogista sisältötietoa tarkasti. Opettajan C vastausten eroavaisuus opettajien A ja B vastauksiin

osoittaa, että sisältötiedon hallinnalla täytyy olla merkitystä opettajan pedagogiseen sisältötietoon kuten mm. Shulman (1986, 9), Geddis ja Wood (1997, 612) ja Loughran ym. (2006, 10) ovat myös todenneet.

Vaikka sisällönesitys-aulukon kehittäjien mukaan sisällönesitys-aulukkoon voi tulla osaan kysymyksistä enemmän tietoa kuin toisiin ja osa kysymyksistä voi jopa jäädä jonkin ison idean kohdalla tyhjäksi, niin silti mielestäni sisällönesitys-aulukko yksinään on riittämätön opettajan pedagogisen sisältötiedon tutkimusvälineenä. Sisällönesitys-aulukko antaa kyllä luotettavan pohjan, minkä avulla selkeyttää opettajan pedagogista sisältötietoa opetettavasta aiheesta kuten Loughran ym. (2006, 23) mainitsevat, mutta riittämättömällä tarkkuudella annetut vastaukset eivät tutkimustulosten perusteella tee tätä selkeytystä.

Kyselylomakkeella saatujen suppeiden vastausten perusteella voin todeta, että jos sisällönesitys-aulukkoa haluaa käyttää jatkossa tutkimusvälineenä, on tarpeen ohjata opettajien vastaamista siihen vielä tätä tutkimusta tarkemmin. Kyselylomakkeen läpikäynti opettajien kanssa saattaisi lisätä opettajien ymmärrystä siitä, miksi on oleellista pedagogisen sisältötiedon tutkimuksen kannalta eritellä opetuksen eri näkökulmia yksityiskohtaisesti. Tämä voisi myös lisätä opettajan omaa tietoisuutta omasta käsitteellisestä sisältötiedosta, oppilaiden ennakkokäsitysten tuntemuksesta ja opetusmenetelmien valinnasta. Kyselylomake muotona saattoi myös vaikuttaa opettajien vastaamiseen, sillä itse tutkijana havaitsin vaikeuden hahmottaa kyselylomakkeen vastausten perusteella kokonaisuutta sisällönesitys-aulukkoa vastaavalla tavalla. Tätä en havainnut kyselylomaketta tehdessäni.

Loughran ym. (2006, 220) tosin menetelmän kehittäjinä huomauttavat, että opetustyön luonne ei perinteisesti kannusta sisällönesitys-aulukon kysymysten kaltaiseen pohdintaan, joten kyseisenkaltaisen työtavan opettelu vaatii aikaa ja totuttelua. Jos sisällönesitys-aulukkoon tulevat pohdinnat siis ovat vähäpuheisia, niin ei se välttämättä ole merkki vastausten tai tiedon olemattomuudesta (Loughran ym. 2006, 220). Halim ja Meerah (2002, 217-219) ovat myös huomanneet, että kyselylomakkeeseen kirjallisesti vastaaminen voi aliarvioida vastaajan kykyä muokata tietoa siten miten sen opettaa. Sisällönesitys-aulukkoon kirjatusta asioista ei siis yksinään voi päätellä sitä, millainen opettajan pedagoginen sisältötieto on.

Pedagogisen sisältötiedon näkyväksi tekemisen kannalta voisi olla mielenkiintoista pyytää opettajia tarkastelemaan omaa sisällönesitys-aulukkoaan

opetuksen jälkeen. Näin ollen voitaisiin saada selville, miten mahdollisesti entuudestaan kokematon opettaja huomaa opetuksen aikana omat puutteensa ja miten hän sen perusteella muokkaisi opetusta eli miten hänen pedagoginen sisältötietonsa kasvaisi jo yhden opetuskokemuksen kautta. Tällainen tutkimus vaatisi luottamuksellisempaa suhdetta tutkittavaan opettajaan. Lisäksi vaadittaisiin tutkimukseen osallistuvan opettajan suurta halukkuutta opetuksensa tutkimiseen ja reflektointiin ja näin myös oman opettajuutensa kehittämiseen.

Kyselylomakkeen kysymysten asettelua tulisi myös tarkentaa, millä voitaisiin saada syvällisempiä pohdintoja virtapiirien opetuksesta. Sisällönesitys-taulukon kysymysten suomentaminen saattoi aiheuttaa pieniä muutoksia alkuperäiseen versioon (ks. Loughran ym. 2006, 28-29). Kyselylomakkeen täytön jälkeisellä haastattelulla olisi voitu saada tarkennettuja vastauksia tässä tutkimuksessa epävarmoiksi jääneiden tutkimustulosten osalta. Seuraavassa tarkastelen ensimmäisen tutkimuskysymyksen alaongelmiin saatuja tutkimustuloksia.

6.1.1 Miten opettajat jäsentävät oppiaineen sisältötiedon verrattuna kokeneisiin luonnontieteen opettajiin?

Sisällönesitys-taulukon kysymysten kautta saatiin kolmen opettajan jäsenyys sähköopin virtapiirien tärkeistä aiheista alakoulun kontekstiin sovellettuna. Jäsenyksen kautta mainittujen tärkeiden aiheiden vertailulla vertailutaulukkoon saatiin esille eroja ja samankaltaisuuksia kokeneiden luonnontieteen aineenopettajien ja alakoulun opettajien välillä.

Vertailu Loughranin ym. (2006, 186-203) kokeneiden luonnontieteen yläkoulu- ja lukioikäisten opettajien virtapiirien opetusta koskevien tietojen pohjalta koottuun sisällönesitys-taulukkoon osoittaa, että opettajan B sisällönesitys-taulukko eroaa vertailutaulukosta huomattavasti. Opettajien A ja C jäsenyys virtapiirien opettamisesta on sen sijaan kokeneiden luonnontieteen opettajien kaltainen. Tutkimustulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että vaikka sisällönesitys-taulukoissa on käsitetasolla yhteneväisyyksiä vertailutaulukkoon, ei niissä ole riittävällä tarkkuudella kuvattu opettajan omaa sisältötietoa. Vastaukset ovat lyhytsanaisia tai luonteeltaan toteavia eivätkä kuvailevia. Näin ollen pelkän sisällönesitys-taulukon perusteella on mahdotonta tehdä päätelmiä opettajien sisältötiedon eksaktiudesta. Vastausten riittämättömyys viittaa kuitenkin Appletonin

ja Kindtin (1999) huomioon siitä, että harva alakoulun opettaja on luonnontieteellisen alan erityisasiantuntija. Opettaja B myös tuo esille tämän näkökulman sisällönesitys-taulukossaan, kun hän mainitsee olevansa vain luokanopettaja.

Eroavaisuudet vertailutaulukkoon olivat myös odotettava tutkimustulos. Vertailuaineistosta tiedetään, että siinä oleva tärkeiden aiheiden jaottelu ei ole ainut ja oikea pedagoginen sisältötieto virtapiirien opetuksesta vaan konkreettinen esimerkki siitä. Sen tarkoituksena on tuoda esiin yleisiä ja yhteisesti hyväksytyjä näkökulmia luonnontieteen opettamisesta yläkoulun kontekstissa. (Loughran ym. 2006, 26.) Koska tutkimusta tehtiin alakoulun kontekstissa, tutkimuksen opettajien vastaukset tärkeiden aiheiden osalta eivät sisällä kaikkia yksityiskohtia kuten myöskään perusopetussuunnitelman perusteet (POPS 2004, 188-189) eivät määritä virtapiirien opetukseen liittyviä käsitteitä mitenkään yksityiskohtaisesti.

Tutkimustulosten perusteella ei aukottomasti selviä, minkä ”tasaisen” sisältötiedon varassa opettajat ovat kyselylomakkeisiin vastanneet. Tutkimustulosten perusteella saadaan viitteitä siitä, että pelkästään opettajan oma sisältötiedon hallinta ei ohjaa tärkeiden aiheiden valintaa. Niinpä opettajan B maininta siitä, että hänen tietonsa sähköopin virtapiireistä perustuvat yleistietoon ja oppikirjan tietoihin, ohjasi vertaamaan tutkimustuloksia myös opettajilla A ja B käytössä olevaan oppikirjaan Koulun fysiikka ja kemia 6. Tämän (Arjanne ym. 2005b, 62-85) perusteella huomataan, että sekä opettajan A että B mainitsemat tärkeät aiheet esiintyvät sisällönesitys-taulukossa oppikirjan kappaleiden mukaisesti, vaikka opettajat A ja B ovat jäsentäneet oppiaineen sisältötiedon eri tavoin. Näin ollen sekä oppikirja että siihen kuuluva opettajankirja (Arjanne ym. 2005a) saattavat olla opettajan sisältötiedon tärkeä lähde.

Sisällönesitys-taulukon kysymysten perusteella jää osin arvailujen varaan, miten paljon opettajan oma sisältötiedon hallinta tai oppikirjaan liittyvä opettajankirja vaikuttaa opettajien sisällönesitykseen, vaikka edellä mainitusti niiden voidaan todeta siihen vaikuttavan. Olisi ollut mielenkiintoista ja tarpeellista haastatella tutkimukseen osallistuneita opettajia siitä, mitä he tarkemmin tärkeillä aiheilla tarkoittavat ja miten he perustelevat kyseiset valinnat tärkeiksi aiheiksi.

6.1.2 Mitä tekijöitä opettajat ottavat huomioon opetukseen vaikuttavina tekijöinä?

Tutkimustulosten perusteella tutkimuksen opettajat eivät eritele kyselylomakkeissaan mainittujen tärkeiden aiheiden opettamiseen vaikuttavia tekijöitä. Näin ollen tutkimuksessa jää epäselväksi kokevatko opettajat sähköopin virtapiirien opetuksen pilkkomisella pienempiin aiheisiin mitään merkitystä, koska se ei tutkimustulosten mukaan näytä vaikuttavan opetukseen. Tulos voi ilmentää myös Loughranin ym. (2004, 372) esittämää Kaganin (1990) huomiota opettajien epätietoisuudesta heidän hallussa olevasta tiedosta. Voi siis olla niin, että opettajat ovat tässäkin tutkimuksessa esimerkkejä opettajien tottumattomuudesta pukea hiljaista tietoa sanoiksi.

Tutkimustulosten perusteella ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä siitä, mitkä tekijät opettajien pedagogisesta sisältötiedosta vaikuttavat sähköopin virtapiirien opetukseen. Sisällönesitys-taulukon kysymyksiin kirjatut vastaukset olivat luonteeltaan toteavia, jolloin niiden kautta on vaikea tehdä päätelmiä. Tämä ilmentänee sisällönesitys-taulukon kysymysten asettelun puutteellisuutta. On myös mahdollista, että opettajille jäi epäselväksi, miten tarkasti kysymyksiin odotettiin vastauksia. Toisaalta vastausten yleisluonteisuus voi olla osoitus myös siitä, että opettajat eivät ole tottuneita erittelemään opetukseen vaikuttavia moninaisia tekijöitä. Myös Bishop ja Denley (2007, 14) ovat havainneet, että taitavillakin luonnontieteen opettajilla on vaikeuksia perustella, miten he jäsentävät oppiaineen sisältötiedon ja opetuksen juuri tietylle ryhmälle sopivaksi, koska opettajien täytyy vain harvoin sanallistaa omaa päätöksentekoaan opetusprosessissa.

Tutkimustulosten perusteella nähdään kuitenkin, että tämän tutkimuksen saman alakoulun opettajat A ja B korostavat opetukseen vaikuttavina tekijöinä kontekstiin liittyviä tekijöitä kuten välineiden saatavuutta, opetusryhmän kokoa ja tuntikehystä. Appletonin ja Kindtin (1999) tutkimuksessa myös mainittiin perusteluna opetukselle varusteiden puute, vaikka tutkijoiden mukaan on myös todisteita siihen suuntaan, että opettajilla on huonot taustatiedot luonnontieteistä (erityisesti fysiikasta) ja puutteellinen itseluottamus luonnontieteiden opettamiseen. Appleton ja Kindt viittaavat myös Symingtonin (1980) huomioon siitä, että puutteelliset tiedot ja luottamus luonnontieteiden opettamiseen voi johtaa siihen, että opettajat käyttävät opetusmenetelmiä, mitkä ylläpitävät luokan hallintaa, mutta millä ei sitouteta

oppilaita kiinnostumaan luonnontieteistä. Tutkimustulosten perusteella etenkin alakoulun opettajat A ja B tuovat esille opettajajohtoisuutta ja kokeellista työskentelyä opetusmenetelmävalinnoistaan.

Edelliseen viitaten opettajat A ja B eivät maininneet oman sisältötiedon osaamisen vaikuttavan opetukseen millään tavalla. Opettaja C sen sijaan näkee opetukseen vaikuttava tekijänä oman oppiaineen sisältötiedon hallinnan. Abellin (2007, 1120) mukaan eri tutkimusasetteluilla ja metodeilla saadut tulokset puoltavat näkemystä siitä, että opettajan luonnontieteen oppiaineen sisällöllinen hallinta vaikuttaa positiivisesti opettamiseen. Opettaja C kuvaakin opetusmenetelmät auki ja perustelee ne hyviksi kokemuksella siitä, että oppilaat oppivat niiden kautta. Näin ollen kyselylomakkeen täyttämisen myös aineenopettajalla toi esiin, että sisältötieto, opetuskokemus ja pedagoginen tieto sekä tieto ennakkokäsityksistä auttavat opettajaa kuvaamaan opetusta tarkemmin kuin niiden puute. Tutkimustulos myös osoittanee, että kun opettaja on tietoinen opetukseen vaikuttavasta moninaisesta tiedosta, osaa hän tuoda sen myös sisällönesitys-taulukon kaltaisten kysymysten kautta näkyviin.

Halimin ja Meerahin (2002, 223) mukaan opettajan oma oppiaineen sisältötiedon hallinta myös vaikuttaa siihen, millä tavalla opettaja ottaa huomioon oppilaiden ennakkokäsitykset. Tutkimustulosten perusteella voidaankin todentaa aiempien tutkimusten (de Jong ym. 1999, 55; Abell 2007, 1128, 1132; Halim & Meerah 2002, 217-219) kaltainen tulos, että opettajat eivät liene kovin tietoisia tutkitusta tiedosta oppilaiden ennakkokäsityksistä ja eivät välttämättä pidä ennakkokäsitysten tuntemusta tärkeänä lähtökohtana opetuksen suunnittelulle. Tulos herättää pohtimaan, mikseivät opettajat kirjanneet oppilaiden ennakkokäsityksiä (kuten eivät juuri muutakaan tietoa) kyselylomakkeisiin, jos he tietävät, että ne tulee ottaa huomioon. Jää arvailujen varaan, tietävätkö tutkimuksen opettajat todella tutkitun tiedon kaltaiset oppilaiden ennakkokäsitykset sähköopin virtapiireistä. Kyselylomakkeen kysymyksen asettelu saattoi myös vaikuttaa opettajien vastausten laatuun, joten tutkimustulosta ei voi varmuudella todentaa.

6.2 Alakoulun opettajan pedagoginen sisältötieto sähköopin virtapiireistä

Toisena tutkimuskysymyksenä oli millainen on alakoulun opettajan pedagoginen sisältötieto sähköopin virtapiireistä. Sisällönesitys-aulukon kysymysten lisäksi alakoulun opettajan pedagogisen sisältötiedon kuvailun apuna käytettiin videointia.

Videointi tutkimusmenetelmänä lisäsi mahdollisuuksia kuvata opettajan pedagogista sisältötietoa pelkän sisällönesitys-aulukon sijaan. Opettajan vastaukset kyselylomakkeen kysymyksiin ohjasivat tutkijana havaintojani videoiduilta oppitunneilta. Videointi osoitti myös puutteellisuutensa siinä, että sen kautta nousi esille paljon oleellisia kysymyksiä, mitä opettajalta tulisi kysyä opetuksen perusteluista, mutta mihin ei saada vastauksia sisällönesitys-aulukosta tai videolta. Näin ollen voidaan todeta, että sisällönesitys-aulukko ja videointi tutkimusmenetelmänä jättävät opettajan perustelut näkymättömiin. Niitä tulisi kysyä haastattelun avulla. Mahdollisesti hyödyllistä olisi haastattelu opetustilanteen eri vaiheissa eli sisällönesitys-aulukon vastaamisen jälkeen, opetustilanteiden jälkeen ja vielä mahdollisesti myös opettajan oman videoiden katsomisen jälkeen. Tämä voisi tuottaa tietoa paitsi opettajan todellisesta pedagogisesta sisältötiedosta myös opettajan pedagogisen sisältötiedon kehittymisestä opetuskokemuksen ja sen reflektoinnin kautta.

Tutkimustulosten perusteella saadaan viitteitä siitä, että alakoulun opettajalla A on sisältötiedon hallinnassa puutteita huolimatta sisällönesitys-aulukon tärkeiden aiheiden yhteneväisyydestä vertailutaulukkoon. Tämän havaittiin aiheuttavan opettajalle oppitunnilla ongelmia mm. oppilaiden kysymyksiin vastaamisessa.

Kyseenalaiseksi tutkimusmenetelmän osalta jäi, että oliko videoinnilla sisällönesitys-aulukon täyttämisen jälkeen merkitystä opettajan vastausten miettimiseen sekä laadullisesti että määrällisesti. Opettajan A vastaukset kyselylomakkeen kysymyksiin antoivat hyvän lähtökohdan oppituntien havainnoimiseen. Opettaja B sen sijaan tiesi, että hänen virtapiirituntejaan ei päästä kuvaamaan ja hänen vastauksensa jäivätkin tulkinnanvaraisiksi. Seuraavassa on tarkemmin tarkasteltuna vastaukset tämän toisen tutkimuskysymyksen alaongelmiin.

6.2.1 Miten opettaja jäsentää virtapiirejä koskevat tärkeät aiheet tai käsitteet opetuksessaan?

Tutkimustulosten perusteella opettajan A sähköopin virtapiirien jäsenys oppitunneilla etenee hänen sisällönesitys-taulukon tärkeiden aiheiden mukaisesti. Tärkeät aiheet tulevat oppitunneilla käsittelyyn siinä järjestyksessä, miten hän on ne maininnut kyselylomakkeellaan. Videoilta huomattiin, että tärkeiden aiheiden käsittely tapahtuu usean muun käsitteen kautta. Tämän kautta nousi edelleen esiin havainto, että tärkeiksi aiheiksi voidaan opetusta havainnoimalla käsittää myös ne, mihin opettajan sisällönesitys-taulukossa mainitut tärkeät aiheet eniten yhdistyvät taulukossa 2. Tämän perusteella videointi näyttää paljastavan, että oppilaille käsitteiden rakennusaineeksi annetaankin muuta kuin mitä opettaja mahdollisesti itse tiedostaa. Tutkijana havaintojani oppitunneilta tosin ohjasi opettajan A sisällönesitys-taulukko, joten oma objektiivinen tulkintani videoista ei ole täysin mahdollista. Edellä kuvatun perusteella opettajan sisältötiedon jäsenyneyttä ei voi aukottomasti todentaa kyseisellä tutkimusmenetelmällä.

Videointi tutkimusmenetelmänä tuo esiin, että opetuksen painotus on jokaisella oppitunnilla enimmäkseen virtapiirin komponentin hehkulamppu tai polttimo käsittelyssä, vaikka opettaja ei sisällönesitys-taulukossaan mainitse hehkulamppua tai polttimoa tärkeänä opittavana aiheena virtapiireistä muodostuvan ymmärryksen kannalta. Tutkimusmenetelmä siis näyttää paljastavan ristiriitaisuuden siitä, miten opettaja itse tiedostaa opetuksensa ja mitä käytännössä tapahtuu. Opetus tällaisena on käytännön tasolla linjassa opetussuunnitelman perusteiden (POPS 2004, 189) kanssa, sillä sen mukaan oppilaiden tulee oppia tekemään kokeita, joissa sähköä käytetään valon, lämmön ja liikkeen aikaansaamiseen. Myös Driverin ym. (1994b, 117) tutkimuksen mukaan useimpien oppilaiden tutustuminen sähköön ympäri maailmaa tapahtuu hehkulampun sytyttämisen kautta, jolloin opetus ei ole poikkeavaa. Tutkimustulosten perusteella jää kuitenkin kyseenalaiseksi, mitä hehkulampun kirkkautta toteamalla opitaan sähköopin virtapiiriin liittyvistä ilmiöistä.

Oppitunneilta tehtyjen havaintojen perusteella opettaja käyttää opetuksen aikana apunaan opettajankirjaa (Arjanne ym. 2005a). Siinä käytetään edellä mainittua hehkulamppua virtapiirin ilmiöiden havainnoimisvälineenä kaikissa kytKentäkokeissa. Opettajankirjalla näyttää siis olevan merkitystä oppituntien sisällöllisen ja opetusmenetelmällisen etenemisen kannalta. Videointi näyttää

vahvistavan pelkän sisällönesitys-aulukon perusteella saadun viitteen siitä, että oppikirja ja opettajankirja on alakoulun opettajan sisältötiedon jäsenyyksen tukena. Abellin (2007, 1118-1119) huomio oppikirjan käytöstä saa siis videoinnin kautta edelleen vahvistusta. Hänen mukaan heikosti sisältötiedon hallitseva seuraa oppikirjan tarjoamia toimintaideoita ja kohtaa herkemmin ongelmia, jos oppikirjaa ei ole saatavilla. Hyvin sisältötiedon hallitseva puolestaan muokkaa oppikirjan materiaalin opetukselleen sopivaksi tai rakentaa toimintamallit itse, jos materiaalia ei ole saatavilla. (Abell 2007, 1118-1119.)

Sisällönesitys-aulukon ja videoidulta oppitunneilta tehtyjen havaintojen pohjalta voidaankin kyseenalaistaa, että muuttaako opettaja opetustaan oppikirjan mukaiseksi opetuksen edetessä vaikka hän on sisällönesitys-aulukon perusteella rakentanut opetuksen tietynlaiseksi. Abellin (2007, 1106-1107) mukaan opettaja muodostaa aiheen opettamiseen liittyvää pedagogista sisältötietoa, kun hän jäsentää opetuksen sisältöä ja opettaa tiettyä oppiaineen sisältötietoa. Tämän perusteella opetuskokemuksen voisi olettaa muodostavan opettajalle ristiriidan oman virtapiirien opetuksen käsitteellistämisen ja opettajankirjan tarjoaman opetusmateriaalin välille. Haastattelu oppituntien tai opettajan oman videoiden katsomisen jälkeen olisi voinut paljastaa opettajan omia ajatuksia tästä havainnosta. Myös omaan sisällönesitys-aulukkoon palaaminen opetusjakson jälkeen voisi paljastaa opettajan muuttunutta käsitystä opetuksesta. Pedagogisen sisältötiedon lisääntymistä opetuskokemuksen kautta voitaisiin päästä tutkimaan tällaisen asetelman kautta.

Videointi tutkimusmenetelmänä ei myöskään näytä riittävällä tavalla paljastavan sisällönesitys-aulukossa avoimeksi jääneitä tärkeiden aiheiden valintaa koskevia perusteluja. Tutkimusmenetelmän kautta jää saamatta pedagogisen sisältötiedon kannalta tärkeä tieto siitä, miksi opettaja valitsee juuri ne tärkeät aiheet käsittelyyn, mitä videoiden perusteella oppitunneilta havaitaan käsiteltävän tai mitä sisällönesitys-aulukossa mainitaan. Keino opetuksen perusteluiden saamiseksi voisi olla opettajan videoinnin katsomisen jälkeinen haastattelu, missä opettaja voisi perustella sisällönesitys-aulukkoon valitsemiaan käsitteitä ja myös kommentoida omia havaintojaan oppitunneilta.

6.2.2 Millaisia vaikeuksia tai rajoituksia opettaja kokee tai kohtaa virtapiirien opetuksessa?

Tutkimustulosten perusteella havaitaan, että sähköopin virtapiirien opetusta vaikeuttaa ja rajoittaa opettajan A sisältötiedon osaaminen. Videoilta havainnoitu opettajan sisältötiedollinen epävarmuus vaikuttaa myös oppilaiden ajatteluun ja prosessointiin opetusmenetelmällisten valintojen kautta. Myös Loughran ym. (2006, 9) ovat huomanneet, että jos opettaja ei tarkasti ymmärrä oppiaineen sisältöä, ei hänellä ole riittäviä keinoja ja tietoa havaita sisältöön liittyviä ongelmakohtia, oppilaiden ennakkokäsityksiä, tärkeitä isoja ajatuksia ja oppimista helpottavia keinoja. Vaikka opettajalla olisi vahva pedagoginen ote opetukseensa ja menetelmällisesti hyvät opetustaidot, niin oppiaineen sisältötieto ja pedagoginen tieto ei ole yhdistettävissä tarkoituksenmukaisesti ja merkityksellisesti ilman oppiaineen sisältötiedon osaamista. (Loughran ym. 2006, 9.) Myös van Driel ym. (2002, 587) huomauttavat, että pedagogisen sisältötiedon kehittyminen riippuu laajalti opettajan oppiaineen sisältötiedon hallinnasta.

Tutkimustulokset tuovat esiin opettajan A kokemattomuuden sähköopin virtapiirien opettajana. Kokemattomuus näkyy mm. käsitteiden käytössä, opetusmenetelmien valinnassa, oppilaiden kysymyksiin vastaamisessa ja kytkentöjen ohjaamisen vähäisyytenä. Kokemattomuus rajoittaa ja vaikeuttaa opetusta havaintojeni mukaan. Tutkimus vahvistaa Mulhollandin ja Wallacen (2005, 784-786) huomiota siitä, että opettajan aloittaessaan luonnontieteen opetusta, opettaja turvautuu opetusmenetelmiin, jotka pitävät luokan paremmin hallinnassa ja keskittyvät tiedon siirtämiseen, jolloin opetusmenetelmät ovat opettajajohtoisia. Heidän mukaan kokemattoman luonnontieteen opettajan pedagoginen sisältötieto perustuu opettajan omiin kokemuksiin luonnontieteen oppijana sekä koulussa että yliopistossa (Mulholland & Wallace 2005, 784-786). Tutkimustulosten perusteella jää epäselväksi, miten opettaja itse kokee oman suhteensa luonnontieteiden ja erityisesti sähköopin virtapiirien opettamiseen.

Tutkimustulosten perusteella havaitaan myös käytössä olevien välineiden rajoittavan opetusta, minkä opettaja A itsekin mainitsee opetusta vaikeuttavaksi tekijäksi. Tulos on mielenkiintoinen, sillä tutkittava opettaja ja luokka sijaitsevat yläkoulun tiloissa. Tutkimustuloksen perusteella herää kysymys, miksei sopivia

välineitä voidaan lainata yläkoulun fysiikka-kemian luokasta tai pitää oppitunteja siellä. Isossa koulussa opetustilat ja välineet voivat tosin olla tiukasti varattuja.

6.2.3 Miten opettaja ottaa huomioon oppilaiden ajattelun ja ennakkokäsitykset virtapiirien opetuksessa?

Opettaja mainitsee sisällönesitys-taulukossaan huomioivansa oppilaiden ennakkokäsitykset intuitiivisesti. Tutkimustuloksen perusteella näyttää vahvistuvan Abellin (2007, 1118-1119) huomio siitä, että heikosti sisältötiedon hallitseva ei ota oppilaiden ennakkokäsityksiä yhtä herkästi huomioon kuin hyvin sisältötiedon hallitseva. Tutkimustuloksista ei käy ilmi, mitä opettaja itse tarkoittaa ennakkokäsityksillä. Oppituntien videointi osoittautuikin tarpeelliseksi tavaksi havainnoida ja todentaa opettajan intuitiivista ennakkokäsitysten huomioimista.

Opetuksen havainnoinnin perusteella opettaja ”kumoo” tutkituista oppilaiden ennakkokäsityksistä yksinapamallin (kuva 1) ja törmäävät sähkövirrat (kuva 2). Tämä havaitaan siitä, että taulukuvissa pariston molempiin napoihin tulee johdin. Opettaja myös tuo huolellisesti esille sen, että sähkövirta virtaa pariston miinusnavasta plusnapaan, eikä molemmista navoista lähde liikkeelle sähkövirtaa. Tässä elektronien reitin piirtäminen kytkentäkuvaan kuitenkin estää Driverin ym. (1994b, 122-123) mukaan oppilaita havaitsemasta virtapiiriä kokonaisuutena systeeminä ja sitä, että hehkulamppu syttyy välittömästi, kun virtapiiri suljetaan. Lisäksi oppitunneilla käsitellään useaa kytkentätyyppiä yhdellä ja samalla oppitunnilla, vaikka se Driverin ym. (1994b, 123) mukaan vaikeuttaa ensin yksinkertaisempien mallien kautta oikeiden ajattelumallien vakiinnuttamista.

Tutkimustulosten mukaan opettaja A opettaa opettajanoppaan (Arjanne ym. 2005a) mukaisesti, että virtalähteitä ovat paristo ja akku. Käsitevalinta viittaa siihen, että opettaja ei ole tietoinen oppilaille tyypillisestä ajattelutavasta keskittyä enemmän käsitteeseen sähkövirta, jolloin ajatus siitä, että virtapiirissä kulutetaan energiaa, voi jäädä pimentoon (Loughran ym. 2006, 186-203). Lisäksi Driverin ym. (1994b, 117, 121) ja Viirin (2005, 32) mukaan oppilailla on melko pysyviä ennakkokäsityksiä siitä, että virtapiiri kuluttaa sähkövirtaa. Tällöin paristosta puhuminen virtalähteenä saattaa johtaa ajatukseen, että paristo tuottaa sähkövirtaa, mikä sitten kuluu. Jännitelähteestä puhuttaessa ohjattaisiin enemmän ajatukseen, että jännite aiheuttaa sähkövirran. Myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaan

oppilaiden tulee oppia tuntemaan eri jännitelähteitä (POPS 2004, 189). Mielenkiintoista on, että opettaja A ei ole sisällönesitys-taulukossaan maininnut lainkaan perusteluja sille, miksi virtalähde on tärkeä opittava aihe tai mitä tekijöitä käsitteen opettamiseen voisi vaikuttaa. Tutkimustulosten perusteella jää hyvin avoimeksi, miksi opettaja käyttää opetuksessa käsitettä virtalähde. Tutkimustulos vahvistaa edelleen näkemystä, että opettaja käyttää oppikirjan tarjoamaa tietoa. Tutkimustuloksen perusteella näyttää siis siltä, että opettajan ennakkokäsitysten intuitiivinen huomioon ottaminen on puutteellista.

Tutkimustulokset antavat myös viitteitä siitä, että opettaja ottaa huomioon oppilaiden ikätason vihjaamalla käsitteiden nimityksiä ja ohjaamalla oppilaita löytämään vastauksia opetuskysymyksiin oppikirjan avulla. Tämä näyttää tutkimustulosten perusteella johtavan siihen, että oppilaiden oma prosessointi jää virtapiiritunneilla vähäiseksi tai pinnalliseksi ja muistinvaraiseksi. Oppituntien havainnoinnin perusteella jää kyseenalaiseksi, mitä opettaja itse ajattelee oppilaiden ajattelun kehittymisestä ja oppimisesta. Olisi mielenkiintoista tietää, miten opettaja tämän yhden opetuskokemuksen perusteella lähtee seuraavalla kerralla opettamaan aihetta. Tutkimustulos viittaa siihen, että pedagogista sisältötietoa tutkittaessa tulisi kysyä suoraan opettajan oppimiskäsitystä, sillä opettajalla pitäisi Loughranin ym. (2006, 19-21) mukaan olla tietoa oppimisesta siten, että se vaikuttaa opettajan pedagogiseen sisältötietoon.

6.2.4 Millaisia opetusmenetelmiä opettaja käyttää virtapiirien opetuksessa?

Kuten opettajan kohtaamien vaikeuksien yhteydessä todettiin, opettajan puutteellinen sisältötiedon hallinta vaikuttaa opetusmenetelmien valintaan. Tutkimustulosten perusteella ilmenee Abellin (2007, 1117-1118) huomio siitä, että spontaani kyseleminen oppilailta vähenee, opetuskeskusteluissa esiintyy vain vähän yksityiskohtia ja tärkeiden käsitteiden kehittäminen epäonnistuu, mitä heikompi opettajan oppiaineen sisältötiedon hallinta on. Tämä näkyy oppitunneilla siinä, että opettaja kohtaa opetuksessaan ristiriidan, opetus muuttuu luennoinniksi ja kytkentäkokeista saatuja havaintoja ei ihmetellä syvällisesti. Kuten jo edellä on todettu, opettaja käyttää oppikirjan tarjoamia opetusideoita. Esimerkiksi kaikki kytkentäkokeet tehdään oppikirjan ohjeiden mukaisesti. Opettaja kuitenkin osoittaa harkintaa ja

suunnitelmallisuutta opetuksessa, sillä hän on jakanut oppikirjan tekstin lyhyempiin pätkiin ja käsittelee aiheita osissa. Tutkimustulokset viittaavat Mulhollandin ja Wallacen (2005, 786) kaltaiseen huomioon siitä, että alakoulun konteksti suosii opettajalla tietyntyyppisen opetuksellisen tiedon kehittymistä.

Tutkimustulosten perusteella havaitaan opettajan oman ohjaamisen vähäisyys oppilaiden tehdessä kytkentäkokeita. Tuloksella voi olla yhteyttä Appletonin ja Kindtin (1999) havaintoon siitä, että aloittelevien alakoulun luonnontieteen opettajien pedagogisen sisältötiedon korvaajaksi voivat muodostua ns. toimivat aktiviteetit (engl. activities that work). Toimivilla aktiviteeteilla tarkoitetaan aktiviteetteja, joihin oppilaita sitouttamalla saavutetaan opettajien mielestä odotettuja tiedollisia oppimistuloksia. Toimivat aktiviteetit ovat opettajalle ohjauksellisesti tuttuja, niitä lainataan muiden oppiaineiden opetusmenetelmistä ja ne eivät vaadi välttämättä opettajan väliintuloa, kun oppilaat työskentelevät. Lisäksi ne ovat luokanhallinnallisesti turvallisia ja oppilaat pitävät niitä hauskoina. Niillä on usein myös ennalta määritetty ja odotettu lopputulos. Toimivien aktiviteettien käyttö voi johtaa siihen, että opetus rutinoituu ja oppiaineen sisältötieto pysyy staattisena pakettina oppilasryhmältä toiselle. (Appleton & Kindt 1999.) Videoilta tehtyjen havaintojen perusteella oppilaiden tekemät kytkentäkokeet ovat nimenomaan yksi esimerkki toimivista aktiviteeteista.

Videoiduilta oppitunneilta tehtyjen havaintojen perusteella huomataan, että sisällönesitys-taulukkoon mainitut opetusmenetelmät kuvautuvat auki videoinnin kautta. Tutkimusmenetelmänä videointi siis auttaa paljastamaan opettajan käyttämiä opetusmenetelmiä ja osoittaa käsitysten ja käytännön yhteneväisyyden.

6.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa käytetään tässä tutkimuksessa nimikkeitä vahvistettavuus, luotettavuus, sisäinen validius, ulkoinen validius ja hyödynnettävyys. Ne perustuvat Huuskon (1999, 147-148) käyttämään Milesin ja Hubermanin (1994, 278-279) laadullisen tutkimuksen luotettavuuden eri osa-alueiden ja niiden todennettavuuden jäsenyykseen. Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa käytetty terminologia on varsin kirjavaa. Tästä syystä on tarkoituksenmukaista käyttää luotettavuuden jäsenyyttä, mikä on varsin kattava.

Vahvistettavuudella tarkoitetaan sitä, että tutkimuksen tulokset määräytyvät objektiivisesti tutkimuskohteen eikä tutkijan johdosta (Huusko 1999, 147). Tutkimuksessa olen pyrkinyt kuvaamaan tarkasti tutkimuksen eri vaiheita, jolloin lukija itse voi tarkastella tutkimuksen etenemistä. Tutkimuksen toteutus -luvussa kuvasin auki mahdollisimman tarkasti, miten tutkimus eteni aineistonkeruun ja aineiston analyysien kautta. Pyrin kuvaamaan tutkimusmenetelmien taustat ja tutkimustulokset perusteellisesti. Tutkimustulosten yhteydessä kuvaan videon ja kyselylomakkeen pohjalta kerättyä aineistoa. Tutkimusaineisto on kirjallisessa ja videoidussa muodossa, mikä mahdollistaa muiden tutkijoiden tutkimusaineiston läpikäymisen tarvittaessa. Tutkijasta johtuvia vaikutuksia olen pohtinut tulosten tarkastelun yhteydessä.

Luotettavuudella tarkastellaan sitä, onko tutkimusprosessi johdonmukainen ja perusteltu ajallisesti tutkijan osalta ja metodisesti (Huusko 1999, 147). Tutkimukseni oli osittain metoditutkimusta. Näin ollen pedagogisen sisältötiedon määrittelyn ja aiempien tutkimusten perusteella päädyin testaamaan pedagogisen sisältötiedon tutkimusmenetelmää. Luotettavuus kärsi aineiston keruuvaiheessa sen takia, että vain yhden opettajan virtapiirituntien videoiminen onnistui. Tutkimuskysymykset muotoutuivat tutkimusprosessin edetessä, mikä on tyypillistä laadullisessa tapaustutkimuksessa. Niihin vaikuttivat myös pedagogisen sisältötiedon käsitteellistäminen ja siitä tehdyt aiemmat tutkimukset. Tällä pyrin varmistamaan sitä, että tutkimuskysymyksillä saataisiin tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta.

Oma roolini tutkimuksen toteutusvaiheessa oli ns. ulkopuolinen havainnoija, kun en itse ollut paikalla videoimassa oppitunteja tai keräämässä opettajilta tietynä ajanhetkenä sisällönesitys- taulukon tietoja. Tämä mahdollisti tutkimisen puolueettomasti aineiston pohjalta. Sisällönesitys- taulukoiden osalta ei voida sanoa, käyttivätkö opettajat apuvälineitä tai keskustelivatko jonkun kanssa vastauksistaan. Tutkimukseen osallistuneiden opettajien omasta kiinnostuksesta tutkimukseen osallistumiseen ei myöskään ole tietoa. Opettajan tietoa tutkittaessa olisi tieto heidän halukkuudestaan ja sitoutumisestaan olleet oleellisia. Näin ollen luotettavuuden kannalta tärkeäksi mainittu suhde opettajiin saattoi jäädä tutkimuksessa hataraksi. Opettajien vastausten perusteella voi kyseenalaistaa, saavutettiinkö luottamusta siten, että he uskalsivat sanoa, miten ajattelevat.

Tutkimusmenetelmä osoitti ristiriitaisuuksia opettajien kirjallisten vastausten riittämättömyyden takia sisällönesitys-taulukon ja videon välillä. Ristiriita saattoi johtua tutkimuksen asetelmasta eli siitä, että opettajien vastausaikaa ja tilannetta ei oltu ohjaamassa fyysisesti. Toisaalta ristiriitaisuus voi johtua myös opettajan omasta opetuksen taustalla vaikuttavien tekijöiden tiedostamattomuudesta. Joka tapauksessa tutkimusmenetelmällä ei saavutettu täysin aukotonta kuvausta opettajan pedagogisesta sisältötiedosta ja sen osa-alueista. Tutkimusmenetelmä ei siis ole täysin luotettava. Tarvittaessa opettajien sisällönesitys-taulukon ja käsin kirjatut litteroinnit oppitunneista ovat saatavilla.

Tutkimuksen sisäisellä validiudella tarkoitetaan sitä, että tutkimuksen löydökset ovat toimivia ja niihin voivat yhtyä sekä tutkitut että tutkimuksen lukijat (Huusko 1999, 148). Koska tutkimus on raportoitu perusteellisesti auki ja tutkimustuloksia on kuvattu laajasti, voi tutkimuksen lukija itse päätellä tutkimustulosten validiteettia. Metodologisella triangulaatiolla eli sillä, että tutkimuskohteesta kerättiin tietoa useammalla kuin yhdellä metodilla (Huusko 1999, 151) pyrittiin saamaan tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta eri näkökulmista.

Tutkimuksen ulkoisella validiudella tarkastellaan sitä, onko tutkimuksella arvoa varsinaisen tutkimuskohteen ulkopuolella (Huusko 1999, 148). Tutkimustulosten tarkastelun yhteydessä on pohdittu tulosten yleistettävyyteen liittyviä ongelmia. Tutkimustulosten vertailu aiempiin tutkimuksiin osoitti tutkimustulosten yhteneväisyyttä. Tämän perusteella voidaan todeta, että tutkimusasetelmana tutkimus tuotti validia tietoa, vaikka se jätti myös aukkoja tutkimuskohteeseen. Tutkimusmenetelmän kehitysehdotuksia ja jatkotestausideoita on esitelty tutkimustulosten tarkastelun yhteydessä.

Hyödynnettävyydellä tarkoitetaan sitä, että tutkimuksessa saatuja tuloksia voidaan soveltaa käytännössä ja tutkimuksella voidaan näin todeta olevan käytännöllistä hyötyä (Huusko 1999, 148). Tutkimuksella saavutettua kuvausta opettajan sähköopin virtapiirejä koskevasta pedagogisesta sisältötiedosta voidaan pitää vain tiettyä tapausta koskevana kuvauksena. Sen sijaan tutkimusta voisi tutkimusmenetelmän osalta hyödyntää esimerkiksi opettajien jatkokoulutuksessa. Tutkimusmenetelmään olisi syytä lisätä haastattelu, että sillä saavutettaisiin hyödyllisempää tietoa opettajan pedagogisesta sisältötiedosta. Muuten

tutkimusmenetelmä on sovellettavissa mitä tahansa oppiainetta koskevan opettajan pedagogisen sisältötiedon tutkimukseen. Oman tulevan työni kannalta tutkimusmenetelmä antaa välineen oman eri oppiaineita koskevan pedagogisen sisältötiedon tutkimiseen ja kehittämiseen.

7 PEDAGOGINEN SISÄLTÖTIETO ALAKOULUN OPETTAJAN TYÖN TUKENA

Tutkimukseni perusteella on todettavissa, että alakoulun opettajien pedagogisen sisältötiedon tutkiminen vaatii ensin käsitteen avaamista heille. Loughran ym. (2006, 222) ovatkin huomanneet, että pedagoginen sisältötieto ei välttämättä ole opettajien yleisesti käyttämä käsite oman opetuksensa analysoinnissa, kuvailussa ja ymmärtämisessä, mutta se voisi tarjota uusia ja merkityksellisiä tapoja opetettavan sisällön opettamiseen. Muut pedagogisesta sisältötiedosta tehdyt tutkimukset (mm. van Dijk & Kattmann 2007; Loughran ym. 2006; Gess-Newsome 1999a) osoittavat että, käsitettä on käytetty enemmän teoreettisena mallina opettajan tiedonalueiden tutkimuksessa kuin opetuksen työkaluna. Pedagoginen sisältötieto voisi toimia Abellin (2007, 1133) mukaan oppimistavoitteiden ja opetusmenetelmien selkeyttäjä ja opettajien oppimisen ja kehittymisen työkaluna pelkän teoreettisen käsitteen sijaan, mitä myös itse kannatan.

Perehtymiseni käsitteeseen herätti itseäni ajattelemaan omia opetukseeni vaikuttavia tiedonalueita. Pedagogisen sisältötiedon eri tiedonalueiden eli pedagogisen tiedon, oppiaineen sisältötiedon ja kontekstitiedon (Shulman 1986; Grossman 1990; Loughran ym. 2006; Bishop & Denley 2007; Abell 2007) analysoiminen opetukseen vaikuttavina tekijöinä on kuitenkin sellaisenaan hankalaa. Tutkimuksessani testattu Loughranin ym. (2006, 28-29) sisällönesitys-taulukko voisi toimia opettajalle itselleen työvälteenä tiedonalueiden jäsentäjänä, mikäli sisällönesitys-taulukon käyttöä opetuksen jäsentämisen välineenä opetettaisiin ja esiteltäisiin opettajille esimerkiksi opettajankoulutuksessa tai jatkokoulutuksessa. Itseäni opettajana se ainakin nyt tutkimuksen tekemisen jälkeen auttaa pohtimaan opetuksen perusteluja ja tiedostamaan omia puutteitani opetukseen liittyvissä tiedonalueissa. Sisällönesitys-taulukon vastausten pohtiminen tosin on hyvin aikaa vievää kuten Loughran ym. (2006, 22) huomauttavat.

Pedagogisesta sisältötiedosta esitellyt mallit (kuviot 1-4) antavat kukin oman lisänsä ja suuntansa opettajan omaan pedagogisen sisältötiedon analysoimiseen. Mitä yksityiskohtaisemmin malleissa on eritelty pedagogiseen sisältötietoon sisältyvät piirteet, sitä tarkemmin se ohjaa opettajaa huomioimaan juuri ne opetukseen

vaikuttavina tekijöinä. Tutkimuksella havaittiin, että tällainen ohjaaminen saattaisi olla tarpeen. Esimerkiksi Abellin (2007) esittämässä mallissa (kuvio 2) on mainittuna Magnussonin ym. (1999) erittelyt tarkasti pedagogiseen sisältötietoon sisältyvästä tiedosta, jolloin se ohjaa opettajaa tiedostamaan ja ottamaan huomioon juuri ne tekijät opetuksessaan. Vastaavasti mitä löyhemmin pedagogiseen sisältötietoon sisältyvät osa-alueet on määritelty, sitä enemmän se tuo opettajan omia näkemyksiä esille, mikä esimerkiksi Bishopin ja Denleyn (2007, 44, 140) mallin auki kuvaamisella havaittiin. Myös Loughranin ym. (2006) kaltainen malli pedagogisesta sisältötiedosta (kuvio 4) ottaa huomioon ne tekijät, mitä opettaja itse pitää merkittävänä osa-alueena opetuksen kannalta sekä oppiaineen sisältötiedosta että pedagogisesta tiedosta, mihin mallin mukaan liittyy myös tieto kontekstista. Loughranin ym. (2006) malliin (kuvio 4) oleellisena lisänä on syytä käyttää sisällönesitys-taulukkoa (liite 1), sillä se erittelee kysymysten kautta opettajan pedagogista sisältötietoa.

Tutkimus paljasti alakoulun opettajien opetuksessa merkittävänä tekijänä oppikirjan opettajankirjan käytön. Tämä ei mielestäni ole osoitus opettajien hyvyydestä tai huonoudesta opettajina vaan osoittaa sen, että alakoulun opettajalta vaadittua kaikkia oppiaineita koskevaa tietoa ei aina ole. Bishop ja Denley (2007, 18) ovatkin huomauttaneet, että jos opettaja tunnistaa tietämättömyytensä opetettavan sisällön osalta, niin silloin opettaja pystyy halutessaan selkeyttämään sisältöä itselleen ja havainnoimaan näin myös oppilaiden kohtaamia ongelmia. Loughranin ym. (2004, 383) mukaan alakoulun opettajille voisi olla hyödyllistä lukea oppiainekohtaisia esimerkkikuvauksia tietyn sisältötiedon opetuksesta. Niiden kautta opettajat voisivat saada ideoita sisältötiedon oppimiseen soveltuvista aktiviteeteista, jotka toimivat, mikä Appleton ja Kindtin (1999) mukaan on todettu tyypilliseksi tavaksi alakoulun opettajille selvittää luonnontieteen opetuksesta. Tutkimus jättää pohdittavaksi alakoulun oppikirjojen ja opettajankirjojen tekijöille, mitä tietoa sisällyttää oppikirjoihin ja millä tavalla. Alakoulun opettajia voisi hyödyttää ainakin fysiikan sisältöjen osalta materiaali, mikä perustelee sisältötiedon riittäväällä tarkkuudella oikein ja menetelmällisesti tarkoituksenmukaisesti perustellen. Tällöin oppimateriaali voisi toimia alakoulun opettajan pedagogisen sisältötiedon tukena etenkin uusien opetettavien oppiaineen sisältöjen kohdalla.

Abellin (2008, 1410) mukaan opettajan pedagogisen sisältötiedon tutkimusta tulisi edelleen tehdä erilaisten asetelmien kautta ja myös alakoulun kontekstissa. Tällä tutkimuksella saavutettiin vain pintaraapaisu alakoulun opettajien sähköopin virtapiirejä koskevasta pedagogisesta sisältötiedosta. Tutkimusmenetelmän kehittämällä siten, että siihen liitettäisiin myös opettajien haastattelua, voitaisiin syventää tietoa alakoulun opettajien pedagogisesta sisältötiedosta.

LÄHTEET

- Abell, S. K. 2007. Research on science teacher knowledge. Teoksessa S. K. Abell & N. G. Lederman (ed.) Handbook of research on science education. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1105-1149.
- Abell, S. K. 2008. Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Appleton, K. & Kindt, I. 1999. How do beginning elementary teachers cope with science: Development of pedagogical content knowledge in science. A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, 28-31 March. Tulostettu 9.9.2002 <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/appletonkindt/appletonkindt.html>
- Arjanne, S., Heinonen, M. & Palosaari, M. 2005a. Koulun fysiikka ja kemia 6. Opettajan kirja. Helsinki: Otava.
- Arjanne, S., Heinonen, M. & Palosaari, M. 2005b. Koulun fysiikka ja kemia 6. Oppilaan kirja. Helsinki: Otava.
- Baker, M. & Chick, H. 2006. Pedagogical content knowledge for teaching primary mathematics: A case study of two teachers. Conference Proceedings. Tulostettu 26.8.2008 <http://www.merga.net.au/documents/RP32006.pdf>
- Bishop, K. & Denley, P. 2007. Learning science teaching. Glasgow: Open University Press.
- Carlsen, W. S. 1999. Domains of teacher knowledge. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Boston: Kluwer, 133-144.
- de Jong, O., Ahtee, M., Goodwin, A., Hatzinikita, V. & Koulaidis, V. 1999. An international study of prospective teachers' initial teaching conceptions and concerns: the case of teaching 'combustion'. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 45-59.

- de Jong, O. 2007. Learning from teaching: Developing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) [luento]. Luento esitetty Developing and investigating student teachers' knowledge base- seminaarissa. 2.10.2007. Jyväskylän yliopisto.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. 1994a. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. 1994b. Making sense of secondary science. *Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Gall, M. D., Gall, J. P. & Borg, W. R. 2007. *Educational research. An introduction*. 8. painos. USA: Pearson.
- Geddis, A. N. & Wood, E. 1997. Transforming subject matter and managing dilemmas: A case study in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 13(6), 611-626.
- Gess-Newsome, J. 1999a. Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*. Boston: Kluwer, 3-17.
- Gess-Newsome, J. 1999b. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*. Boston: Kluwer, 51-94.
- Grossman, P. 1989. A Study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary English. *Journal of Teacher Education*, 40(5), 24-31.
- Grossman, P. L. 1990. *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Halim, L. & Meerah, S. M. 2002. Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on physics teaching, *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Harlen, W. & Qualter, A. 2004. *The teaching of science in primary schools*. 4. painos. Lontoo: David Fulton Publishers.

- Heikkinen, J-P. 2004. Opettajaopiskelijoiden sisältötiedon vaikutus pedagogiseen sisältötietoon. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro gradu - tutkielma.
- Helaakoski, J. & Viiri, J. 2008. Conducting a classroom video study with quantitative data analysis. Julkaisematon artikkeli. Jyväskylän yliopisto.
- Hirsjärvi, S. (toim.) 1982. Kasvatustieteen käsitteistö. Helsinki: Otava.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. 10. painos. Helsinki: Tammi.
- Hopkins, D. 2002. A teacher's guide to classroom research. 3. painos. Norfolk: Open University Press.
- Huusko, J. 1999. Opettajayhteisö koulun omaleimaisten vahvuuksien hahmottajana, käyttäjänä ja kehittäjänä. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja 49.
- Hyry, E-K. 2006. Pedagogical content knowledge of a music teacher. Julkaisussa P. Paananen & J. Erkkilä (ed.) Music and development - challenges for music education: The Proceedings of the First European Conference on Developmental Psychology of Music 17.-19.11.2005, University of Jyväskylä, 268-272.
- Kagan, D. M. 1990. Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks principle. *Review of Educational Research*, 60, 419-469.
- Kansanen, P. 2004. Opetuksen käsitemaailma. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Käpylä, M., Heikkinen, J-P. & Asunta, T. 2008. Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen käytäntö ja teoria. Teoksessa M. Laine, J. Bamberg & P. Jokinen (toim.) Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Yliopistopaino, 9-38.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. 2004. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.

- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. 2006. Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. 1999. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Boston: Kluwer, 95-132.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. 1994. Qualitative data analysis. An expanded sourcebook. Second edition. Thousand Oaks, Ca: Sage.
- Morine-Dershimer, G. & Kent, T. 1999. The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Boston: Kluwer, 21-50.
- Mulholland, J. & Wallace, J. 2005. Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767-790.
- Opetushallitus, 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- Parker, J. & Heywood, D. 2000. Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*, 22(1), 89-111.
- Peterson, R. & Treagust, D. 1995. Developing preservice teachers' pedagogical reasoning ability. *Research in Science Education*, 25, 291-305.
- Pine, K., Messer, D. & St. John, K. 2001. Children's misconceptions in primary science: a survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 79-96.
- Poynter, A. & Tall, D. 2005. What do mathematics and physics teachers think that students will find difficult? A challenge to accepted practices of teaching. *Julkaisussa D. Hewitt ja A. Noyes (toim.) Proceedings of the sixth British*

- Congress of Mathematics Education held at the University of Warwick, 128-135.
Tulostettu 29.7.2008 <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip25-1/BSRLM-IP-25-1-17.pdf>
- Schwab, J. J. 1978. Science, curriculum and liberal education. Chicago: University of Chicago Press.
- Shulman, L. S. 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 4-14.
- Shulman, L. S. 1987. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Teoksessa S. M. Wilson (ed.) 2004. The wisdom of practice. Essays on teaching, learning and learning to teach. San Francisco: Jossey-Bass, 219-248.
- Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turun yliopisto. Täydennyskoulutuskeskuksen julkaisu A:43.
- Symington, D. 1980 Elementary school teachers' knowledge of science and its effect on choice between alternative verbal behaviours. *Research in Science Education*, 10, 69-76.
- Syrjälä, L. & Numminen, M. 1988. Tapaustutkimus kasvatustieteessä. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Tutkimuksia 51.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- van Dijk, E. M. & Kattmann, U. 2007. A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23, 885-897.
- van Driel, J. H., de Jong, O. & Verloop, N. 2002. The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Teacher Education*, 86, 572-590.
- van Driel, J. H., Verloop, N. & de Vos, W. 1998. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- van der Valk, T. & Broekman, H. 1999. The lesson preparation method: A way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education*, 22, 11-22.

Viiri, J. 2005. Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa? Helsinki: WSOY.

Zemal-Saul, C., Starr, M. L. & Krajcik, J. S. 1999. Constructing a framework for elementary science teaching using pedagogical content knowledge. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (ed.) Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Boston: Kluwer, 237-256.

Liite 2: Kyselylomake: saatekirje opettajille, taustatietolomake ja kysymykset

Kyselylomake

Kyselylomakkeella kerätään aineistoa Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitoksessa tehtävää Pro gradu -tutkielmaa varten opettajan käsityksistä opetettavasta aiheesta. Tutkimus testaa myös sitä, miten tällainen metodi sopii opettajan käsitysten tutkimiseen.

Tutkittava aihepiiri liittyy sähköoppiin ja tarkemmin virtapiireihin. Tarkoituksena on purkaa opetettava sisältö (virtapiirit) pienempiin aiheisiin/käsitteisiin, joiden kautta oppilaan ymmärrystä sisällöstä voidaan helpottaa ja parantaa. Kyselylomake koostuu lomakkeista otsikolla ”Iso aihe” ja niihin kuhunkin liittyy samat kahdeksan kysymystä.

Kyselylomakkeessa on varattu ”isoja aiheita” varten kahdeksan lomaketta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että virtapiirien opettaminen tulisi jakaa kahdeksaan pienempään osa-alueeseen vaan tehtävänä olisi miettiä virtapiireistä oleelliset aiheet/käsitteet, joiden kautta oppilaiden on mahdollista oppia ja ymmärtää virtapiirejä. Tutkimusten mukaan opetettavasta sisällöstä yleensä löytyy 5-8 ”isoa aihetta”, jotka ovat oleellisia oppilaiden käsitteiden rakentumiselle ja ymmärryksen kehittymiselle. Jos tällaisia aiheita löytyy opetettavasta sisällöstä liian vähän, on niihin silloin yleensä sisällytetty liikaa piirteitä. Toisaalta taas liian monta ”isoa aihetta” viittaa siihen, että aihe on rikottu liian pieniksi osiksi, minkä avulla oppilaan on vaikea rakentaa sisällöstä kokonaisuutta.

Käytännön ohjeita

Kyselylomake on tarkoitus täyttää ennen kyseisen aiheen opetusta, osana tuntien suunnittelua. Sen pitäisi parhaimmillaan auttaa opettajaa jäsentämään omaa ymmärrystään opetettavasta sisällöstä ja myös etukäteen auttaa pohtimaan opetuksessa ilmeneviä mahdollisia ongelmakohtia.

Toivomuksena olisi, että kyselylomake täytettäisiin mahdollisimman rehellisesti ja siten, miten oikeasti sisällöstä (virtapiireistä) ajattelee ja tietää. Kyselylomake tulisi täyttää itsenäisesti sen tietämyksen pohjalta, miten ajattelee ja aikoo aihetta myös opettaa. Tarkoitus on kuitenkin siis täyttää vain niin monta lomaketta kahdeksasta kuin ajattelee virtapiirien opetuksen ja ymmärryksen kannalta olevan oleellista. Tärkeää on myös numeroida ja nimetä ”isot aiheet” kuhunkin lomakkeeseen.

Kyselylomakkeessa on kysymysten alla rajattu laatikko, johon voi kirjoittaa ajatuksensa, kun siirtää kursorin vilkkumaan laatikkoon. Laatikon koko ei ole kirjoitettavan aineksen enimmäis- tai vähimmäismäärä. Mitä enemmän aiheita avaatte ja vastauksia kirjoitatte, sitä enemmän se auttaa minua tutkimuksessani. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja nimettöminä.

Kiitos osallistumisestasi tutkimukseen!

Päivi Kalliovaara

Taustatiedot

Nimi:

(nimeä ei mainita tutkimuksessa)

Mies

Nainen

Montako vuotta olet toiminut luokanopettajana?

Valmistumisvuosi:

Montako vuotta olet opettanut fysiikkaa alakoulussa?

Muu opetuskokemus fysiikan alalta?

Erikoistumisaineet:

"Iso aihe _____": _____

Mitä oppilaiden tulee oppia tästä aiheesta?

Miksi oppilaiden on tärkeää tietää tämä?

Mitä muuta ITSE tiedät aiheesta (mutta mitä oppilaiden ei vielä tule tietää)?

Mitä vaikeuksia tai rajoituksia liittyy aiheen opettamiseen?

Miten otat huomioon oppilaiden ajattelun (ajattelun taso, ennakkokäsitykset ym.) aiheen opettamisessa?

Mitkä muut tekijät vaikuttavat aiheen opettamiseen?

Mitä opetusmenetelmiä käytät ja miksi juuri niitä tämän aiheen opettamiseen?

**Millä tavoilla varmistat oppilaiden ymmärryksen tai hämmennyksen tässä aiheessa?
Mitkä seikat mahdollisesti ymmärretään väärin tai hämmentävät oppilaita?**

Liite 3: Videointilupa

Hyvät vanhemmat!

Tämä kirje on tiedote tutkimusprojektista, jonka yhteydessä _____ keskustan _____ koululla videoidaan joitakin lapsenne luokan oppitunteja. Opettajana tunneilla on luokanopettaja _____ / _____.

Viisi Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitoksen luokanopettajaopiskelijaa tekee lopputyönsä (ProGradu- tutkielma) ohjauksessani. Työn aiheena on vuorovaikutus luokkahuoneessa. Työtä varten tarvitsemme videoitua aineistoa luokkatilanteista. Saimme tutkimusluvan koulun rehtorilta _____ ja opettajat _____ ja _____ suostuivat, että heidän tuntejaan saa videoida. Tuntien videointi tulee toteutumaan hiihtoloman jälkeisinä viikkoina.

Tutkimuksessa ei arvioida tai arvostella oppilaita ja opettajia tai heidän suorituksiaan vaan pyritään kuvaamaan ja ymmärtämään luokkahuoneessa tapahtuvaa kielellistä vuorovaikutusta. Aineisto tulee pelkästään tämän ryhmän yksityiseen tutkimuskäyttöön eikä videonauhoituksia käytetä opetusmateriaalina tai esitetä julkisesti millään foorumilla. Tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti ja raportoidaan nimettöminä niin, ettei kenenkään osallistujan henkilöllisyys paljastu.

Annan mielelläni lisätietoja tutkimuksesta, joten ottakaa yhteyttä, mikäli Teillä on kysyttävää nauhoituksista.

Terveisin,

Jouni Viiri
 professori (matematiikan ja luonnontieteiden pedagogiikka)
 Opettajankoulutuslaitos
 PL 35
 40014 Jyväskylän yliopisto
 014-260 1709
 jouni.viiri@edu.jyu.fi

Olen tutustunut yllä olevaan kirjeeseen ja

- annan omasta puolestani ja lapseni puolesta luvan videoida mainittuja tunteja, joilla lapseni on läsnä.
- en anna lupaa videoida mainittuja tunteja, joilla lapseni on läsnä.

_____ 2008

oppilaan nimi _____

huoltajan allekirjoitus ja nimen selvennys _____