

Jussi Tuukkanen

**Pedagoginen tuki tietotekniikan hyödyntämisessä
kemian opetuksessa**

Tietotekniikan
pro gradu -tutkielma
Aineenopettajankoulutus
1. maaliskuuta 2013

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

Tekijä: Jussi Tuukkanen

Yhteystiedot: jussi.t.tuukkanen@gmail.com

Työn nimi: Pedagoginen tuki tietotekniikan hyödyntämisessä kemian opetuksessa

Title in English: Pedagogical support for using ICT in chemistry teaching

Työ: Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

Sivumäärä: 115

Tiivistelmä: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä kemian opettajat toivovat pedagogiselta tuelta ja miten pedagoginen tuki vaikuttaa tietotekniikan käyttöön kemian opetuksessa. Tutkimuksen teoriaosuudessa analysoidaan aikaisempien tutkimuksen pohjalta tietotekniikan hyödyllisyyttä luonnontieteiden opetuksessa sekä selvitetään, mitkä ovat suurimmat esteet tietotekniikan hyödyntämisessä luonnontieteiden opetuksessa ja miten tietotekniikan hyödyntämiseen liittyvät ongelmat voidaan ratkaista. Lähtökohtana todetaan, että tietotekniikkaa hyödynnetään luonnontieteiden opetuksessa mahdollisuuksiin nähden vähän. Ongelmina ovat esimerkiksi opettajien riittämätön aika, tietoteknisen laitteiston puute ja pedagogisen tuen riittämättömyys. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan erityisesti pedagogisen tuen merkitystä tietotekniikan hyödyntämisessä kemian opetuksessa.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin laadullista toimintatutkimusta. Tutkimuksen aineistona on tutkimuspäiväkirjaan kertyneet muistiinpanot sekä haastattelut. Toimintatutkimus toteutettiin keväällä 2012 ja siinä oli mukana neljä kemian opettajaa kahdesta yläkoulusta.

Tutkimustulokset osoittavat, että opettajien pedagogisen tuen tarve kohdistuu pääasiassa tukitoimiin, joissa pedagoginen tukihenkilö tunnistaa ja analysoi opettajan tietotekniikan opetuskäyttöön liittyvät tarpeet ja toiveet sekä ehdottaa opettajalle sopivia toteutusratkaisuja. Uuden tekniikan ensimmäiselle käyttökerralle opetuksessa opettajat toivovat mukaan pedagogista tukihenkilöä. Opettajien mukaan pedagogisella tuella ei ole vaikutuksia tietoteknisiin taitoihin tai taitoihin soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa omaan opetukseen muuten kuin käytetyn ohjelman osalta. Ideoiden saaminen ja samanaikaisopetuksen rohkaisevuus on tärkeintä pedagogisessa tuessa.

Avainsanat: Pedagoginen tuki, tieto- ja viestintäteknologia (TVT), tietotekniikan opetuskäyttö, luonnontieteet, kemia

English abstract: The purpose of this thesis is to find out what chemistry teachers expect from pedagogical support and what kind of effect pedagogical support has on the use of information and communication technology (ICT) in teaching chemistry. In the theoretical part of the study, the usefulness of ICT in science teaching will be analyzed based on previous studies. Furthermore, the biggest obstacles in using ICT and solutions for the problems attached to the use of ICT in science teaching will be explored. As a starting point of the thesis, it is stated that ICT is not used in science teaching as much as it could be used. There are many obstacles such as lack of teachers' time and lack of ICT equipment and pedagogical support. This study examines the impact of pedagogical support on using information and communication technology in chemistry teaching.

Qualitative action research was used as a research method. The data consists of the accumulated research diary notes and the interviews. The action research was carried out in the spring of 2012. Four chemistry teachers from two secondary schools participated in the study.

According to the study, teachers need support actions, in which pedagogical support person identifies and analyzes teachers' needs and expectations regarding the ICT use and suggests how to implement ICT in teaching. Teachers stated that there should be pedagogical support person in the classes especially when using new technologies in teaching for the first time. The teachers did not see any relation between pedagogical support and development of their ICT skills or their skills to implement ICT in their teaching. However, they admitted that pedagogical support helped them to use the program. According to the teachers, the most important benefits of pedagogical support are getting new ideas and encouragement for co-teaching.

Keywords: Pedagogical support, information and communication technology (ICT), the educational use of information technology, science, chemistry

Copyright © 2013 Jussi Tuukkanen

All rights reserved.

Sisältö

1 Johdanto	1
1.1 Tutkimusaiheen valinta	2
1.2 Tutkimuksen esittely	3
2 Tietotekniikan hyödyntäminen luonnontieteiden opetuksessa	5
2.1 Tietotekniikan käyttö luonnontieteiden opetuksessa	5
2.2 Tietotekniikan hyödyllisyys luonnontieteiden opetuksessa	6
2.3 Ongelmia ja ratkaisuja tietotekniikan hyödyntämisessä	7
2.3.1 Esteet tietotekniikan käytölle luonnontieteiden opetuksessa .	8
2.3.2 Ajan riittämättömyys	13
2.3.3 Koulun tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien puute	16
2.3.4 Ohjelmia luonnontieteiden opetukseen ja oppimiseen	23
2.3.5 Koulun ulkopuolisten tietoteknisten laitteiden puute	24
2.3.6 Opettajien riittämättömät tietotekniset taidot ja TVT:n peda- gogisen käytön taidot	26
2.3.7 Teknisen ja pedagogisen tuen riittämättömyys sekä opettajien ikä	30
3 TVT:n hyödyntäminen kemian opetuksessa	33
3.1 TVT:n käyttäjien määrät kemian opetuksessa	34
3.2 TVT:n käytön hyödyllisyys kemian opetuksessa	34
3.2.1 TVT:n ja kokeellisuuden yhdistäminen	35
3.3 Mahdollisuudet käyttää TVT:a opetuksessa ovat parantuneet	36
3.3.1 Opetuksen ja oppimisen kehittäminen teknologian avulla . .	36
3.3.2 Molekyylimallinnus	37
3.3.3 Käsitekartat	37
3.3.4 Animaatiot	38
4 Pedagoginen tuki	39
4.1 Tuen tarve	39
4.2 Tukea antava taho	41

4.3	Tuen muodot ja kohteet	43
4.3.1	Samanaikaisopetus	45
4.3.2	Vierikoulutus	46
5	Tutkimuksen toteutus	48
5.1	Tutkimusongelma ja -kysymykset	48
5.2	Tutkimusmenetelmä	48
5.2.1	Toimintatutkimus käytäntöjen kehittämisessä	49
5.2.2	Toimintatutkimus kouluympäristössä	51
5.3	Aineistonkeruu	53
5.4	Tutkimuksen toteutus	54
5.4.1	Ensimmäisen ja toisen syklin suunnitteluvaihe	54
5.4.2	Ensimmäisen syklin opetustilanne	57
5.4.3	Toisen syklin opetustilanne	58
5.4.4	Kolmannen ja neljännen syklin suunnitteluvaihe	59
5.4.5	Kolmannen syklin opetustilanne	60
5.4.6	Neljännen syklin opetustilanne	61
5.5	Aineiston analysointi	62
5.6	Tutkimuksen arviointi	63
5.6.1	Toimintatutkimuksen arviointi	63
6	Tulokset	65
6.1	Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa	65
6.1.1	Opettajien tavat hyödyntää tietotekniikkaa	65
6.1.2	Tietotekniikan opetuskäyttö sekä esteet hyödyntämiselle	66
6.2	Opettajien aiempi kokemus pedagogisesta tuesta	66
6.3	Ensimmäinen sykli	68
6.3.1	Pedagogisen tukihenkilön havainnot	68
6.3.2	Opettajan havainnot ja kommentit	69
6.4	Toinen sykli	69
6.4.1	Pedagogisen tukihenkilön havainnot	70
6.4.2	Opettajan havainnot ja kommentit	70
6.5	Kolmas sykli	71
6.5.1	Pedagogisen tukihenkilön havainnot	71
6.5.2	Opettajan havainnot ja kommentit	71
6.6	Neljäs sykli	72

6.6.1	Pedagogisen tukihenkilön havainnot	72
6.6.2	Opettajan havainnot ja kommentit	73
6.7	Muutostarpeet neljännen syklin jälkeen	73
6.8	Jmol-ohjelman sopivuus opetukseen	74
6.9	Pedagogisen tuen vaikutus tietoihin ja taitoihin	75
6.10	Tietotekniikan hyödyntäminen ja pedagoginen tuki jatkossa	75
6.10.1	Toiveet tietotekniikan käytölle	76
6.10.2	Toiveet pedagogiselle tuelle	76
7	Johtopäätökset	78
7.1	Kemian opettajien TVT:n käyttö ja sen esteet	78
7.2	Pedagogisen tuen tarve	79
7.2.1	Kemian opettajat tarvitsevat ideoita ja konkreettisia esimerkkejä TVT:n mahdollisuuksista	79
7.2.2	Pedagogisen tukihenkilön tehtävät	80
7.3	Pedagogisen tuen vaikutukset	81
7.4	Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelua	81
7.5	Tulevaisuuden näkymät	82
7.6	Jatkotutkimuskohteita	83
8	Lähteet	84
	Liitteet	98
	Liite 1: Tuntisuunnitelma – Ensimmäinen sykli	98
	Liite 2: Tuntisuunnitelma – Toinen sykli	100
	Liite 3: Tuntisuunnitelma – Kolmas sykli	102
	Liite 4: Tuntisuunnitelma – Neljäs sykli	104
	Liite 5: Teemahaastattelun runko	107

1 Johdanto

Tietotekniikka tarjoaa perinteisiin opetusmenetelmiin nähden uusia tapoja oppia luonnontieteellisiä oppiaineita. Yleiset toimisto-, esitys- ja sähköpostiohjelmat voivat helpottaa opetusta ja toimia opetuksen tukena monin tavoin, esimerkiksi asioiden havainnollistamisessa. Viestintäohjelmat ja verkon hyödyntäminen opetuksessa voivat tuoda opetukseen ja oppimiseen myös joustavuutta. Esimerkiksi interaktiivisten aktiivitaulujen avulla oppituntien muistiinpanot voidaan saada helposti talteen. Aikaisempien tutkimusten [70] mukaan opetusta helpottavaa teknologiaa on paljon, mutta sitä ei kuitenkaan hyödynnetä tai sitä ei ole kouluissa vielä mahdollista hyödyntää. Tietotekniikan käyttämistä luonnontieteiden opetuksessa tulisi siis edistää. Myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa [101, s. 19] veloitetaan opettajia käyttämään tietotekniikkaa opetuksessaan. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaan tulee oppia käyttämään tietoteknisiä laitteita ja ohjelmia sekä tietoverkkoja erilaisiin tarkoituksiin. Työtapojen tulee olla oppilaiden tieto- ja viestintäteknikan taitoja edistäviä sekä opiskeluun innostavia.

Vaikka nykyaikaisen oppimisympäristön kehittämiseksi ja tietotekniikan opetuskäytön edistämiseksi on tehty suuria investointeja esimerkiksi laitteistoon, käytetään Suomessa SITES-tutkimuksen [70] mukaan tietotekniikkaa luonnontieteiden opetuksessa kärkeäpäin nähden vähän. Vain pieni osa luonnontieteiden opettajista käyttää tietotekniikkaa säännöllisesti opetuksessa. Oikeanlainen tietotekniikan hyödyntäminen helpottaa ja monipuolistaa opettamista, ja monet opettajat haluaisivatkin tietää tietotekniikan mahdollisuuksista omassa opetuksessaan [70].

Tässä tutkimuksessa haetaan vastausta tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön ongelmiin kansainvälisen SITES (Second Information Technology in Education Study) -tutkimuksen aineiston pohjalta. SITES-tutkimuksen aineiston tarkastelu perustuu Kankaanrannan ja Puhakan raporttiin SITES-tutkimuksen tuloksista [70]. SITES-tutkimusohjelmassa tarkastellaan opetus- ja oppimiskäytänteitä yläkouluissa sekä näihin liittyen muun muassa tieto- ja viestintäteknikan merkitystä luonnontieteiden opetuksessa, tietotekniikan käyttötapoja ja käytettävissä olevia tietoteknisiä välineitä. Joihinkin tekijöihin liittyen SITES-tutkimuksen tuloksia vuodelta 2006

verrataan kansallisen Opetusteknologia koulun arjessa (OPTEK) -tutkimushankkeen tuloksiin [68] vuodelta 2010. Analyysin apuna käytetään myös kirjallisuutta.

SITES-tutkimuksessa [70] pedagogisen tuen riittämättömyyden todetaan olevan yhtenä merkittävänä esteenä tietotekniikan käytölle luonnontieteiden opetuksessa. Tietotekniikan käytön pedagogisen tuen kehittäminen voisi olla keino edistää tietotekniikan hyödyntämistä. Tieto- ja viestintätieteiden käytön pedagogisen tuen merkitystä kemian opetuksessa selvitetään tässä tutkimuksessa toimintatutkimuksen avulla, missä tutkija itse toimii tietotekniikan pedagogisen käytön tukena. Tarkoituksena on selvittää, minkälaista pedagogista tukea opettajat tarvitsevat ja miten he kokevat tuen vaikuttavan omaan opetukseensa. Näihin kysymyksiin haetaan vastausta toteuttamalla neljän kemian opettajan kanssa tietotekniikan pedagogisen käytön suunnitelma ja opetustilanne.

1.1 Tutkimusaiheen valinta

Kiinnostukseni tietotekniikan käytön pedagogiseen tukeen heräsi talvella 2011. Olin toteuttamassa opetusharjoitteluna projektia, jossa kuudennen luokan fysiikan ja kemian oppiaineiden opetukseen tehtiin pedagogisen tuen suunnitelma ja toteutus. Projektissa huomattiin, että multimediaa voidaan hyödyntää fysiikan ja kemian oppitunneilla mielekkäällä tavalla. Samalla huomattiin, että pedagogisen tuen antaminen ja vastaanottaminen voi epäonnistua. Projektissa ensisijaiseksi tavoitteeksi asetettiin videoinnin hyödyntäminen kemiallisten ja fysikaalisten ilmiöiden havainnollistamisessa. Toteutuksen aikana oppilaat kuvasivat videokameralla fysiikan ja kemian kokeita, jotka julkaistiin myöhempää käyttöä varten YouTube-palvelussa. Projektin aikana tietotekniikan aineenopettajaopiskelijat toimivat pedagogisena tukena ja vastasivat suunnitelman teknisen osuuden tuottamisesta ja luokanopettajaopiskelija toi oman alansa näkökulmaa antamalla tietoa oppilaiden ymmärtämiskyvystä eri asioissa. Tietotekniikan hyödyntämisen huomattiin lisäävän oppilaiden motivaatiota. Lähes kaikissa vaiheissa oppilaat olivat motivoituneita ja työskentely tuotti kemiallisia ja fysikaalisia ilmiöitä havainnollistavia videoita.

Tutkimuksen alkuoletuksena oli, että monilla luonnontieteiden opettajilla on heikot taidot soveltaa tietotekniikkaa opetukseensa, ja he tarvitsevat pedagogista tukea. Tiedettiin myös, että monet luonnontieteiden opettajat suhtautuvat epäilevästi tietotekniikan integroimiseen opetukseen. Projektissa huomattiin ennako-oletusten pitävän paikkansa. Opettajan heikot tietotekniset taidot ja epäilevä asenne aiheut-

tivat vastoinkäymisiä pedagogisen tuen suunnittelussa ja toteutuksessa. Erityisesti negatiivinen asenne sekä uskalluksen puute uusien asioiden kokeilemiseen vaikuttivat projektin toteutukseen. Haastattelussa saadut vastaukset kuitenkin osoittivat, että opettajan ennakkoluulot olivat aiheettomia. Opettaja kertoi käyttävänsä tulevaisuudessa tietotekniikkaa enemmän opetuksessaan.

Projektin päätelmänä todettiin, että asenteet voivat olla esteenä TVT:n opetus- käytön ja pedagogisen tuen käytön kehitykselle. Myös Haaparannan väitöstutkimuksen [42] mukaan opettajien kokemus tietotekniikan käytön hyödyllisyydestä ennustaa teknologian tulevaisuuden käyttöä. Tietotekniikan koulutuksen pitäisi painottaa teknisen koulutuksen sijasta siihen, miten tietotekniikkaa voidaan hyödyntää opetuksessa. Haaparannan tutkimuksen [42] mukaan joillakin opettajilla esiintyvä pelko teknologian käyttöön liittyen on turha. Tietokoneiden omakohtainen käyttö lisää opettajien innostusta.

Edellä mainitut kokemukset vaikuttivat tutkimusaiheen valintaan. Pedagogisen tuen tutkiminen tietotekniikan opetuskäytössä luonnontieteiden opetuksessa vaikutti kiinnostavalta. Tuen tarkasteleminen kaikkien luonnontieteellisten aineiden osalta oli kuitenkin tähän tutkimukseen liian laaja tutkimusalue, joten oppiaineeksi valittiin kemia. Kemia valikoitui kohdeaineeksi, koska erilaisia opetukseen sopivia tietoteknisiä sovelluksia ja ohjelmia löytyi eniten juuri kemian oppiaineen osalta. Oppiaineen merkitys tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ole suuri, koska tarkastelun kohteena on pedagogisen tuen merkitys, ei tietty oppiaine.

1.2 Tutkimuksen esittely

Tutkimuksen teoreettinen taustaosa jakautuu kolmeen osaan. Luvussa kaksi käsitellään tietotekniikan käytön hyödyllisyyttä ja käyttäjien määriä luonnontieteiden opetuksessa sekä tarkastellaan TVT:n opetuskäyttöön liittyviä ongelmia ja mahdollisia ratkaisuja. Kolmannessa luvussa tietotekniikan opetuskäytön tarkastelu rajautuu kemian opetukseen ja oppimiseen. Luvussa käsitellään TVT:n käyttäjien määriä ja hyödyllisyyttä kemian opetuksessa sekä tarkastellaan erilaisia mahdollisuuksia tietotekniikan opetuskäytössä. Luvussa neljä käsitellään tietotekniikan pedagogisen käytön tukea. Tarkastelussa arvioidaan tuen tarvetta ja esitellään erilaisia pedagogisen tuen muotoja. Luvussa tarkastellaan myös tahoja, jotka antavat pedagogista tukea, sekä toiminnan kohteita, joihin tukea käytetään.

Luvussa viisi esitellään tutkimuksen toteutus aloittamalla tutkimusongelman ja -kysymysten esittelystä. Tutkimusmenetelmää tarkastellaan käytäntöjen kehittämisen ja kouluympäristön kannalta. Luvussa kerrotaan myös tutkimuksen toteutuksen eri vaiheista, aineistonkeruusta sekä analysoinnista ja arvioinnista. Kuudennes- sa luvussa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia. Seitsemännessä luvussa tehdään joh- topäätöksiä kemian opettajien tuen tarpeesta ja vaikutuksista sekä pohditaan tutki- muksen luotettavuutta ja tulevaisuuden näkymiä.

2 Tietotekniikan hyödyntäminen luonnontieteiden opetuksessa

Vuosituhanen vaihteessa Suomi lukeutui kärkimaiden joukkoon tietoyhteiskuntana [137]. Viime vuosina Suomi on kuitenkin jäänyt digitalisoitumisessa monien maiden taakse. SITES-tutkimuksen [70] mukaan myös tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa on Suomessa jäänyt maailmanlaajuisesti keskitasolle. Tässä luvussa tarkastellaan tietotekniikan käyttöä sekä hyödyllisyyttä erityisesti luonnontieteiden opetuksessa.

2.1 Tietotekniikan käyttö luonnontieteiden opetuksessa

SITES-tutkimuksen [70] mukaan Suomessa hyödynnetään tietotekniikkaa luonnontieteiden opetuksessa keskimääräisesti muihin maihin nähden. Tietotekniikkaa hyödyntävien luonnontieteiden opettajien määrät vaihtelevat melko suuresti eri maissa. Tutkimukseen osallistuneista maista tietotekniikkaa käytetään eniten Singaporessa (84 %) ja vähiten Etelä-Afrikassa (16 %). Suomessa 61 % luonnontieteiden opettajista käyttää kahdeksannella luokalla opetuksessaan tietotekniikkaa.

Luonnontieteiden opetuksessa tietotekniikkaa hyödynnetään vähemmän kuin monissa muissa oppiaineissa. Kouluista 24 %:ssa oppilaat hyödyntävät tietotekniikkaa säännöllisesti luonnontieteiden opetuksessa. Noin 35 %:ssa kouluista oppilaat hyödyntävät tietotekniikkaa säännöllisesti yhteiskunnallisissa aineissa. Samaa tasoa hyödyntäminen on myös vieraiden kielten ja äidinkielen opetuksessa. Taideaineissa, matematiikassa, musiikissa ja kuvaamataidossa tietotekniikan opetuskäyttö on vielä vähäisempää kuin luonnontieteissä.

Luonnontieteiden opettajista vain harvat käyttävät tietotekniikkaa usein [70]. Heistä 15 % käyttää tietotekniikkaa opetuksessa viikoittain. Suurin osa opettajista käyttää opetuksessaan teknologiaa, mutta tietotekniikkaa käyttää vain pieni osa. Yleisiä toimisto-ohjelmia käyttää 21 % luonnontieteiden opettajista ja muita työvälineitä, kuten opetus- ja harjoitteluohjelmistoja harvemmat. Luonnontieteiden opettajista 30 % ei käytä koskaan opetuksessaan yleisiä toimisto-ohjelmia ja suurin osa opettajista jättää myös esimerkiksi tiedon kirjaustyökalut, viestintäohjelmat, multi-

mediatuotannon työkalut, mallinnusohjelmat ja erilaiset oppimiseen liittyvät pelit kokonaan hyödyntämättä. Vain harvat luonnontieteiden opettajat käyttävät aktiivitaulua. Edellä mainitut tekniikat aktiivitaulua lukuun ottamatta ovat käytettävissä suurimmassa osassa Suomen kouluista [70].

2.2 Tietotekniikan hyödyllisyys luonnontieteiden opetuksessa

Perusopetuksen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön sekä oppilaiden tieto- ja viestintätekniikan perustaitojen kehittämissuunnitelmassa [102] mainitaan, että tietotekniikka auttaa parantamaan oppijoiden välisiä yhteyksiä ja verkostoitumista. Sen avulla voidaan myös nopeuttaa ja monipuolistaa kodin ja koulun välistä yhteydenpitoa. Näin esimerkiksi oppilaiden huoltajien on helpompi seurata ja tukea lasten oppimista. Tietotekniikka sopii myös luonnontieteiden oppiaineiden opettamisen tueksi. Monet opettajat pitävätkin tietotekniikkaa hyödyllisenä. SITES-tutkimuksen [70] mukaan vain 6 % opettajista on sitä mieltä, että tietotekniikan opetuskäytön esteenä koulussa on se, ettei sen käyttö ole hyödyllistä. Lisäksi luonnontieteiden opettajista yli 70 % arvioi tietotekniikan käytön lisäävän työskentelymuotojen, oppimisvälineistön ja -materiaalien monipuolisuutta sekä uuden oppisisällön saatavuutta.

On myös muita tutkimuksia, joiden mukaan tietotekniikkaa voidaan hyödyntää eri tavoin luonnontieteiden opetuksessa. Akselan ja Pernaan esityksessä [7] kerrotaan tapoja hyödyntää tieto- ja viestintätekniikkaa esimerkiksi kemian opetuksessa. Toimisto-ohjelmien, videoiden ja verkon hyödyntämisen lisäksi opetusta voidaan havainnollistaa erilaisilla piirto-ohjelmilla, molekyylihallinnusohjelmilla, animaatioilla, simulaatioilla ja käsittekartoilla. Videot auttavat havainnollistamaan ilmiöitä monella tasolla kemian ja fysiikan opettamisessa. Ne auttavat myös demonstroimaan laitteiden toimintaa, herättämään kiinnostusta ja korostamaan tiettyä prosessia. Maantiedon ja biologian opetuksessa tietotekniikkaa on hyödyllistä käyttää esimerkiksi luonnonilmiöiden havainnollistamiseen. Luonnontieteiden opetuksessa ja kokeissa voidaan hyödyntää tietotekniikkaa käyttäen apuna esimerkiksi mittausautomaatiolaitteita, oppimisalustoja ja aktiivitauluja. Tietotekniikkaa voidaan käyttää kokeellisen kemian apuvälineenä esimerkiksi tutkimuksen eri vaiheissa, kuten suunnittelussa, valmistelussa, tulosten käsittelyssä, analysoinnissa ja esittämisessä, johtopäätösten tekemisessä ja tutkimuksen arvioinnissa.

Myös opetuspelit ja erilaiset mallinnusohjelmat soveltuvat hyvin luonnontieteellisten oppiaineiden opetukseen. Pelaamisen on todettu olevan motivoiva ja tehokas tapa opetella uusia asioita monissa oppiaineissa. Squire, Barnett, Grant ja Higginbotham [126] ovat tutkineet pelaamisen hyödyllisyyttä luonnontieteellisiin oppiaineisiin liittyen. Tutkimus osoittaa pelaamisella olevan positiivisia vaikutuksia oppimiseen. Myös Virvou, Manos, Katsionis ja Tourtoglou [148] sekä Saini-Eidukat, Schwert ja Slator [119] ovat tutkineet pelien käyttöä opetuksessa. Tutkimusten mukaan pelaaminen on hyödyllistä esimerkiksi maantiedon opetuksessa. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että pelaaminen on nuorille mielekäs ja tehokas tapa oppia uusia asioita. Tietotekniikan hyödyntämistä luonnontieteiden opetuksessa voitaisiin monipuolistaa lisäämällä oppimispelien ja mallinnusohjelmien käyttöä.

Haaparannan [42] mukaan tietotekniikan hyödyllisyys opetuksessa kuitenkin myös kyseenalaistetaan usein. Osa opettajista ei pidä tietotekniikkaa käyttökelpoisena välineenä opetuksessa. SITES-tutkimuksen [70] mukaan myöskään osa luonnontieteiden opettajista ei pidä tietotekniikan käyttöä hyödyllisyyttä lisäävänä tekijänä opetuksessa ja oppimisessa. Vaikka asenne tietotekniikan opetuskäyttöä kohtaan kouluyhteisössä on positiivinen, osa luonnontieteiden opettajista kokee, etteivät tietotekniikkaan perustuvat opetusmenetelmät ole aina riittävän hyödyllisiä luonnontieteiden opetuksessa. Monet luonnontieteiden opettajat myös arvioivat, ettei tietotekniikan käyttö tuo lisäarvoa esimerkiksi opetuksen laatuun liittyviin asioihin. Alle puolet luonnontieteiden opettajista arvioi tietotekniikan käytön lisäävän oppilaiden ohjauksen laatua (25 %), luokassa käytävän keskustelun laatua (30 %), oppilaille annettavien toimintaohjeiden laatua (36 %), oppilaiden keskinäistä yhteistoimintaa (40 %) sekä mukautumista oppilaiden yksilöllisiin tarpeisiin (44 %). Myöskään rehtorit eivät aina koe tietotekniikan käyttöä hyödylliseksi luonnontieteiden opetuksessa. SITES-tutkimuksen [70] mukaan suomalaisrehtorit eivät koe tietotekniikan käyttöä koulussa yhtä tärkeäksi kuin monen muun maan rehtorit.

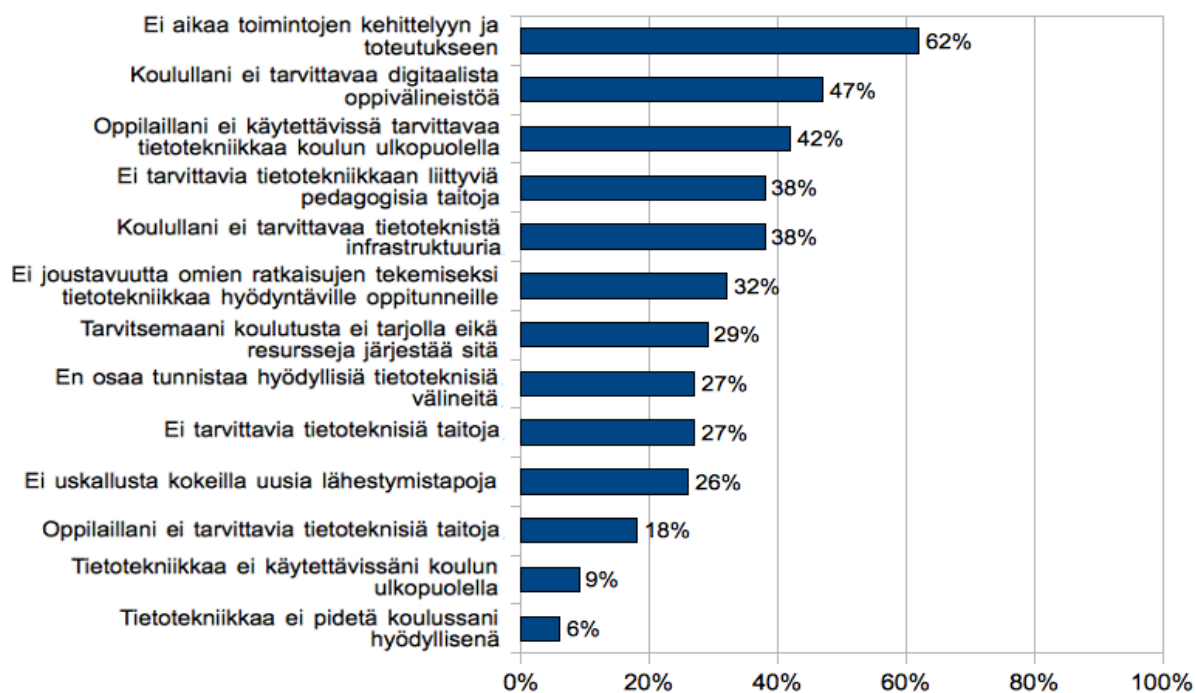
2.3 Ongelmia ja ratkaisuja tietotekniikan hyödyntämisessä

Tässä luvussa esitellään SITES-tutkimuksessa [70] esille tulleita yleisimpiä ongelmia tietotekniikan hyödyntämisessä luonnontieteiden opetuksessa. Joihinkin tekijöihin liittyen SITES-tutkimuksen tuloksia vuodelta 2006 verrataan Opetusteknologia koulun arjessa (OPTEK) -tutkimushankkeen [68] tuloksiin vuodelta 2010. Ratkaisuja eri ongelmiin haetaan aikaisempien tutkimusten ja raporttien pohjalta, esimerkiksi tar-

kastelemalla luonnontieteiden opettajien omia näkemyksiä tietotekniikan opetus-
käytön esteistä.

2.3.1 Esteet tietotekniikan käytölle luonnontieteiden opetuksessa

SITES-tutkimuksen [70] mukaan suomalaisissa kouluissa tietotekniikkaa hyödyn-
netään investointeihin nähden vähän. Tietokoneita on muihin maihin nähden kes-
kimääräistä enemmän, mutta opettajat hyödyntävät silti tietotekniikkaa opetukses-
saan harvoin. Teknologian hyödyntämiseen liittyy useita ongelmia. SITES-tutkimuk-
sesta selviää, että joitakin tarpeelliseksi koettuja tekniikoita ei ole mahdollista käyt-
tää kouluissa ja vaikka olisikin, niistä ei tiedetä tai niitä ei haluta käyttää. Myös ajan
puute ja riittämättömät tietotekniikkaan liittyvät pedagogiset taidot ovat luonnon-
tieteiden opettajien arvion mukaan suurimpia ongelmia teknologian hyödyntämi-
sessä (kuvio 2.1).



Kuvio 2.1: Luonnontieteiden opettajien arvio tietotekniikan hyödyntämisen esteistä [70]

Arjen tietoyhteiskunnan kansallisessa tieto- ja viestintätekniikan opetus- ja
koulutusstrategiassa [10] listattiin esteitä tieto- ja viestintätekniikan opetus-
käytön vakiintumiselle. Merkittävimmät esteet ovat:

1. Kouluttain vaihteleva ja riittämätön tekninen infrastruktuuri
2. Teknisen ja pedagogisen tuen puute
3. Oppijan aktiivisuutta ja yhteisöllistä opiskelua tukevien pedagogisten mallien ja käytäntöjen vähäinen hyödyntäminen
4. E-oppimateriaalin saatavuus, laatu ja levittäminen
5. Koulun toimintakulttuurin haasteet
6. Koulujen johtamiskäytäntöjen kehittäminen ja muutoksen johtaminen
7. Yritysten ja koulujen kumppanuus koulujen palveluiden organisoimiseksi
8. Opettajankoulutuksen ajantasaistaminen

Haaparannan [42] tutkimuksen mukaan teknologian käyttöön kohdistuvat asenteet muodostuvat kahdesta tekijästä: käytön helppoudesta ja käyttökelpoisuudesta. Monet luonnontieteiden opettajat kokevat tekniikan käyttämisen vaikeaksi, mikä on este tietotekniikan opetuskäytölle. Tällöin teknisen tuen saaminen osoittautuu tärkeäksi. SITES-tutkimuksen [70] mukaan monet luonnontieteiden opettajat kokevat kuitenkin myös teknisen tuen saamisen vaikeaksi.

Useimmat opettajat eivät myöskään ole riittävän hyvin tietoisia tietotekniikan pedagogisista mahdollisuuksista. SITES-tutkimuksen [70] mukaan yli 40 % luonnontieteiden opettajista ei tiedä lainkaan tai tietää vain jossain määrin tietotekniikan soveltamismahdollisuuksista opetus- ja oppimistilanteisiin. Kohtalaisesti soveltamismahdollisuuksista tietää 40 % ja erinomaisesti 17 % luonnontieteiden opettajista. Tietotekniikan integroimisessa opettamiseen on huomioitava pedagoginen tarkoitus. Tietotekniikan hyödyntämisen määrä ei takaa välttämättä parhaita oppimistuloksia, vaan keskeistä on laadukas opetus tietotekniikan avulla. Jos tietotekniikkaa ei osata oikealla, pedagogisella tavalla hyödyntää opetustilanteissa, voi sen käyttö olla jopa haitallista. Tämä johtuu siitä, että oppilaat voivat keskittyä epäoleellisiin asioihin [97]. Oikeilla opetusmetodeilla tietotekniikan käyttö tekee opettamisesta ja oppimisesta tehokkaampaa ja monipuolisempaa.

Epävarmuus tietotekniikan opetuskäyttöä kohtaan on yleistä opettajilla. Fordell [32] mainitsee esityksessään Tulevaisuuden luokkahuone, että opettajat ovat epävarmoja tietotekniikan hyödyntämisen suhteen. Opettajilla ei ole selvää käytännön mallia, jonka avulla oppimisprosessia saadaan vietyä eteenpäin. SITES-tutkimuksen

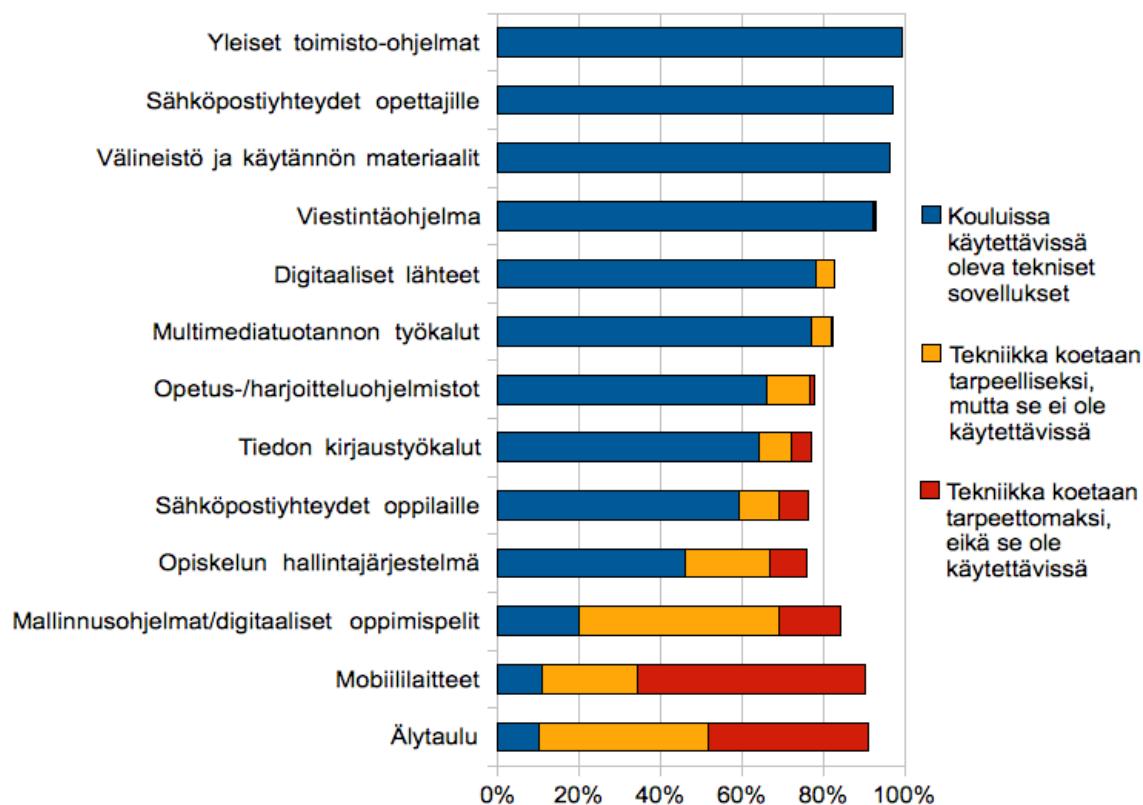
[70] mukaan monet opettajat arvioivat tietotekniikan opetuskäytön esteeksi myös sen, ettei heillä ole rohkeutta kokeilla uutta tekniikkaa. Neljäsosa luonnontieteiden opettajista ei uskalla kokeilla uusia lähestymistapoja. Pelkästään tietoteknisiin laitteisiin panostamalla ei siis saada tietotekniikan opetuskäyttöä yleisemmäksi. Kaision tekemän Tieto- ja viestintätekniikan merkitys ymmärtävälle oppimiselle -tutkimuksen [67] mukaan negatiiviset asenteet jarruttavat tieto- ja viestintätekniikan käytön edistämistä. Opettajien asenteisiin ja ennakkoluuloihin onkin syytä puuttua, jotta opettamista ja oppimista voitaisiin edistää mielekkäiden tieto- ja viestintätekniikkaa hyödyntävien työtapojen avulla luonnontieteiden opetuksessa.

Franssilan ja Pehkosen [33] tutkimuksen mukaan opettajat kokevat, ettei kursseissa ole aikaa TVT-työskentelyyn. Opettajien kokemusten mukaan tieto- ja viestintätekniikkaa sisältävät tunnit vievät enemmän aikaa kuin muut työtavat.

Työn lisääntyminen aiheuttaa opettajille ajan riittävyyteen liittyviä ongelmia. Aksela ja Pernaa [7] painottavat esityksessään opettajan ja oppilaiden välisen keskustelun tärkeyttä. Opettajan olisi sisällöllisen opetuksen lisäksi kyettävä tukemaan oppilaita tietotekniikan käytössä. Opettajan rooli on siis keskeinen ohjaajana ja oppimisympäristöjen kehittäjänä, mikä vaatii aikaa. Tietotekniikan opetuskäytössä on otettava huomioon monia muitakin haasteellisia asioita onnistuneen oppimistilanteen saavuttamiseksi; myös taitoa, riittävää laitteistoa ja motivaatiota. Näihin liittyy usein kuitenkin esteitä, joiden takia tyydytään perinteiseen opetukseen ja tietotekniikka jätetään hyödyntämättä.

On myös tutkimuksia, jotka osoittavat tarpeen kyseenalaistaa tietotekniikan käytön luonnontieteiden opetuksessa. Reinikainen kertoo kasvatustieteen väitöskirjassaan "Lasten television katselulla yhteys oppimistuloksiin" [114] tietokoneiden olevan tarpeettomia luonnontieteiden perusteiden opetuksessa. Reinikaisen mukaan ilmiöiden opettaminen tulisi perustua kokeellisuuteen ja konkreettisiin: käsin kosketeltaviin, haistettaviin sekä maistettaviin asioihin. Reinikainen kertoo tietokoneiden vievän huomion pois tutkittavista luonnontieteellisistä ilmiöistä. Tietotekniikan tulisikin olla oppimisen apuväline. Parhaimmillaan sen käyttäminen on helppoa ja se auttaa oppijoita oppimaan sisältö paremmin perinteisiin menetelmiin verrattuna. Oppijoiden huomio on kuitenkin saatava kiinnittymään oleellisimpaan asiaan, opetuksen sisältöön. Erilaisiin opetuksen sisältöihin sopivia tietotekniikan hyödyntämisen tapoja on olemassa ja vaikka tietotekniikkaa ei käytettäisi sisällön oppimiseen voi tietotekniikka toimia silti esimerkiksi kommunikoinnin apuvälineenä.

Yksittäisten puutteiden korjaaminen ei väistämättä johda tietotekniikan opetus-
käytön edistymiseen. Kuviossa 2.2 kuvataan käytössä olevien tekniikoiden määriä
ja opettajien mielestä tarpeellisia sekä tarpeettomia hankintoja.



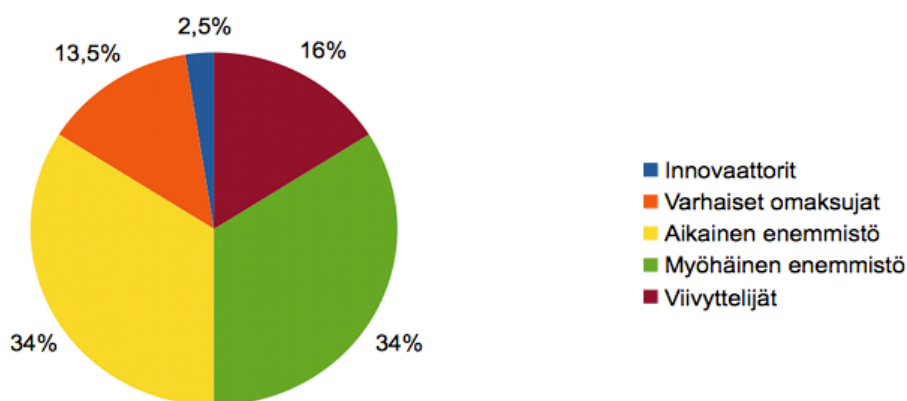
Kuvio 2.2: Kouluissa käytettävissä olevat tekniset sovellukset ja opettajien kokemukset tekniikoiden tarpeellisuudesta, jos ne eivät ole käytettävissä [70]

Kuvion perusteella voidaan todeta, että hankintoja kannattaisi tehdä koskien niitä tekniikoita, jotka koetaan mahdollisimman tarpeellisiksi, mutta joita ei ole käytettävissä. Näitä teknologioita ovat mallinnusohjelmat, digitaaliset oppimispelit ja aktiivitaulu. Mallinnusohjelmia tai digitaalisia oppimispelisiä on SITES-tutkimuksen [70] mukaan käytössä 20 %:ssa kouluista. Tarpeelliseksi mallinnusohjelmat tai digitaaliset oppimispelit koetaan 61 %:ssa kouluista ja tarpeettomiksi 19 %:ssa kouluista. Aktiivitaulu on käytössä 10 %:ssa kouluista. Kouluista 46 %:ssa koetaan aktiivitaulu tarpeelliseksi ja 44 %:ssa tarpeettomaksi. Vähäiset tekniikoiden käyttäjämäärät osoittavat, että hankinnoista huolimatta tekniset sovellukset voivat jäädä hyödyn-
tämättä (kuviokuva 2.4). Luonnontieteiden opettajista yksi sadasta hyödyntää aktiivitaulu opetuksessaan ja mallinnusohjelmia tai digitaalisia oppimispelisiä 4 % opettajista.

Tietotekniikan opetuskäyttöön liittyy monia ongelmia. Yksittäisiä tai oikeita ratkaisuja ei kuitenkaan ole. Yksittäinen ongelma, esimerkiksi ajan puutteen vaikutus täydennyskoulukseen osallistumiseen ja uusien teknologioiden opetteluun, voi vaikuttaa seuraavan ongelman kehittymiseen, kuten taitoihin soveltaa tietotekniikkaa opetuksessa. Ratkaisemalla yksittäisiä ongelmia voidaan kuitenkin vaikuttaa muiden ongelmien ratkaisemiseen.

Uusia toimenpiteitä on jo aloitettu Suomen nostamiseksi takaisin kärkimaiden joukkoon tietotekniikan hyödyntämisessä opetuksessa. Esimerkiksi Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunta julkaisi vuonna 2010 Tieto- ja viestintäteknikka koulun arjessa -hankkeen väliraportin [12], jossa kerrotaan hankkeista tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön kehittämiseksi. Hankkeen tarkoituksena oli tuottaa vuoteen 2011 mennessä toimintamalleja, joiden avulla tieto- ja viestintäteknikan käyttö vakiinnutetaan opetukseen.

Iso merkitys on myös opettajien omilla asenteilla. Rogersin [115] mukaan innovaatioiden diffuusiota kouluihin on hidasta ja yksi syy siihen on diffuusiota edistävien henkilöiden puute. Muutoksen näkyminen ympäristössä motivoi innovaation omaksumisessa ja esimerkiksi vertaistuki edistää diffuusiota [116]. Rogersin [115] diffuusioteoriassa innovaatioiden vastaanottamisessa opettajat jaetaan viiteen eri tyyppiin (kuvio 2.3). Innovaattorit (2,5 %) ideoivat ja edistävät diffuusiota, varhaiset omaksujat (13,5 %) ovat arvostettuja ja neuvoa antavia, aikainen enemmistö (34 %) levittää innovaatioita, myöhäinen enemmistö (34 %) on skeptinen ja vertaistukea tarvitseva joukko sekä viivyttelijät (16 %) ovat epäluuloisia ja pyrkivät välttämään modernistuvaa ympäristöä [115].



Kuvio 2.3: Innovaatioiden vastaanottamisessa opettajat jaetaan viiteen eri kategoriin (Pernaa 2011 [109], Rogersin 1962, 148–192 [115] mukaan)

2.3.2 Ajan riittämättömyys

SITES-tutkimuksessa [70] vuonna 2006 opettajat arvioivat esteitä tietotekniikan hyödyntämiselle luonnontieteiden opetuksessa. Suurin este on tutkimuksen mukaan riittämätön aika. Luonnontieteiden opettajista 62 % kertoo ajan puutteen olevan esteenä tietotekniikan opetuskäytölle. Tietoteknisistä vastuuhenkilöistä 86 % arvioi ajan puutteen olevan esteenä vähintään melko paljon tietotekniikan opetuskäytössä. Vuoden 2006 jälkeen tilanne on parantunut jonkin verran. OPTEK-tutkimushankkeen [68] mukaan vuonna 2010 tietoteknisistä vastuuhenkilöistä 61 % arvioi ajan puutteen rajoittavan pedagogisten tavoitteiden toteutumista. Aikarajoite tulee esille myös Ulicsakin, Facerin ja Sandfordin [138] tutkimuksessa, jossa huomattiin, että opettajilta vaaditaan aikaa perehtyä tietotekniikkaan jo ennen sen opetuskäyttöä. Tietotekniikan opetuskäyttöä edistettäessä tulisi siis huomioida ensimmäisenä ajan riittävyys. On löydettävä keinoja tietotekniikan käytön nopeuttamiseksi ja helpottamiseksi opetuksessa sekä opetuksen valmistelussa.

Niin luonnontieteiden kuin muidenkin oppiaineiden opettajilla ajan riittämättömyyteen on monta syytä. Merkittävimpiin syihin lukeutuu se, että jo opettajien normaali työ ilman tietotekniikan käyttöä vie kaiken ajan. Merkittävä aikaongelmaan vaikuttava seikka on myös se, etteivät teknologian käyttöön liittyvät toimintatavat aina ole luonnontieteiden opettajille entuudestaan tuttuja. Näin ollen uusien toimintatapojen opetteleminen vaatii moninkertaisesti valmistelu-aikaa tavanomaisen opettamisen lisäksi [118]. Uuteen tekniikkaan perehtyminen voi myös viedä aikaa varsinaiselta opetukselta [67]. Tietoteknisten välineiden käyttö opetuksessa ei ole opettajilla aina rutiininomaista, niin että opettamisesta suoriuduttaisiin samalla työmäärällä kuin tavanomaisessa opetuksessa.

Työ opetusmateriaalien parissa vie myös aikaa. Digitaalisen oppimateriaalin tuottaminen ja muokkaaminen on työlästä [140]. Oppimateriaalien säilyttäminen verkossa edistää opiskelun joustavuutta, mutta samalla sen päivittäminen vie aikaa. Wulffin Yliopistopedagogiikan Professional Development (PD, täydennyskoulutuksena toteutettavat erikoistumisopinnot) -koulutuksen Tietoverkkojen hyödyntäminen opetuksessa opiskelijan näkökulmasta -kehittämishankkeen [150] loppuraportissa mainitaan, että oppilaat haluavat verkkokursseille laadukkaita ja ajan tasalla olevia oppimateriaaleja. Materiaalin laadun tärkeys korostuu erityisesti verkkokursseilla, jolloin opettajan ohjaus ei ole välitöntä ja ongelmien selvittäminen on hankalampaa kuin lähiopetuksessa. Parhaimman oppimistuloksen saavuttamiseksi oppimateriaalien on kuitenkin syytä olla laadukkaita ja ajan tasalla myös lähi-

ja monimuoto-opetuksessa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan, että esimerkiksi kemian opetuksen on annettava oppilaalle aineksia nykyaikaisen maailmankuvan muodostamisen kannalta [101]. Opettajilta siis vaaditaan oppimateriaalien päivittämistä. Ohjelmistot ja tekniikka muuttuvat nopeasti, joten ohjeistuksia on pidettävä ajan tasalla. Kun toimenpiteet digitaalisen oppimateriaalin käyttämiseksi omaksutaan, on jatkossa helpompaa luoda, muokata sekä ylläpitää oppimateriaalia. Materiaaliin liittyvät ongelmat vaikuttavat siis myös aikaongelmaan.

Luonnontieteiden opettajien tietotekniset taidot ovat usein puutteelliset. Edellä mainitut opettajien opetusmateriaaliin liittyvät työvaiheet vaativat tietoteknistä osaamista, joten aikaa kuluu myös uuteen teknologiaan ja ohjelmiin tutustumiseen. Ajan säästämiseksi opettajien olisi hyvä hankkia paremmat tietotekniset taidot esimerkiksi täydennyskoulutuksen avulla jo ennen kuin he kokevat niiden puuttumisen olevan esteenä tietotekniikan opetuskäytölle. Koulutus vie aikaa, mutta parhaimmillaan se voisi nopeuttaa ja helpottaa uusiin tekniikoihin tutustumista sekä madaltaa kynnystä ottaa uutta tekniikkaa käyttöön. Vaikka tietotekniset taidot, laitteisto ja materiaalin saatavuus olisivat kunnossa, tietoteknisten välineiden opetus käyttö ja esimerkiksi verkko-opetus voivat vaatia enemmän aikaa kuin lähiopetus ilman teknologian hyödyntämistä. Franssilan ja Pehkosen [33] tutkimuksen mukaan oppitunnit, joilla hyödynnetään tieto- ja viestintätekniikkaa, vaativat enemmän valmistelu-aikaa kuin tavanomaisten oppituntien valmistelu. Kuten aiemmin mainittiin, opettajan rooli on keskeinen ohjaajana ja oppimisympäristöjen kehittämisessä. Sama pätee myös verkko-opetuksessa. Opettajan on keskusteltava ja annettava tukea esimerkiksi sähköisillä viestintävälineillä. Tämä sitoo opettajan seuraamaan tiiviisti oppilaiden opiskelun etenemistä ja vie osaltaan opettajien vähäistä aikaa.

Opettajat toimivat työsuunnitelmien ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden ehdoilla, mikä samalla velvoittaa opettajia ohjaamaan oppilaiden oppimista oppimistavoitteiden mukaisesti. Tietyt sisällöt on opetettava lukuvuoden aikana, mikä vaikuttaa opetustahtiin. Ajan riittävyys ja tietotekniikan hyödyntäminen tulisi huomioida jo koulujen työsuunnitelmissa.

Jyväskylän ammattikorkeakoulun Opetusmateriaalin suunnittelu ja valmistus erityisopetukseen -kehittämishankeraportissa [71] mainitaan, että valmiit opetusmateriaalit helpottavat opettajien työtä ja heille jää enemmän aikaa keskittyä opiskelijan ohjaamiseen. Valmiiden opetusmateriaalien avulla opettajat eivät joudu itse tekemään jokaiselle oppitunnille uutta aineistoa. Kuten Virtuaalinen oppimisympä-

ristö koulutusta järjestävän organisaation työvälineenä -julkaisussa [76] mainitaan, opettajista ei tule vaativan oppimateriaalin tuottajia vaan materiaalin hyödyntäjiä ja muokkaajia sopiviin tarkoituksiin.

Luonnontieteiden opettajista 11 % käyttää usein digitaalisia lähteitä opetuksessa ja 44 % ei käytä niitä koskaan. Oppimateriaalin saatavuuden parantamiseksi on suomalaiskouluissa jo ryhdytty toimiin. SITES-tutkimuksen [70] mukaan 83 % suomalaiskouluista on parantanut mahdollisuuksia hyödyntää digitaalista oppi- ja opetusmateriaalia. Saman voi myös todeta vertailemalla tietotekniikan opetuskäytön esteitä vuosilta 2006 ja 2010. Vuonna 2006 digitaalisten oppi- ja opetusmateriaalien huono saatavuus oli 66 %:ssa kouluissa esteenä pedagogisten tavoitteiden toteutumiselle, kun vuonna 2010 vastaava luku oli 38 % [68]. Luonnontieteiden opettajien digitaalisten lähteiden vähäinen käyttö on merkki materiaalin huonosta saatavuudesta. Ammatillisen opettajankoulutuksen sisällöntuotantorenkkaan – SISU-projektin [122] kaltaiset hankkeet voisivat olla ratkaisu materiaalien saatavuudelle. Vuosina 2003–2006 toteutetun SISU-projektin tavoitteena oli esimerkiksi verkko-opetukseen soveltuvien pedagogisten mallien ja sisältöaineistojen tuottaminen. Valmiiden pedagogisten mallien ja materiaalien avulla myös opettajien vähäistä aikaa voisi säästyä.

Digitaalisten opetusmateriaalien saatavuus tulisi tehdä niin helpoksi, etteivät opettajat kokisi ajan puutteen olevan este materiaalien hyödyntämisessä. Opetusaineiston saatavuuden parantamiseksi kaikkien opettajien tuottamat opetusmateriaalit ja tietotekniikan hyödyntämisen ideat pitäisi säilyttää verkossa kaikkien opettajien saatavilla. Jo vuosina 1996–1999 tehdyssä Etäopetus multimedieverkoissa (ETÄ-KAMU) -tutkimushankkeessa [95] todetaan valmiiden materiaaliympäristöjen olevan perusteltua teknologia-avusteisissa oppimisympäristöissä. Tutkimushankkeen mukaan ajankäytön kannalta on tärkeää, että työskentely voidaan aloittaa heti. SISU-projektin [122] kaltaisten hankkeiden avulla opetusmateriaalia olisi lyhyessä ajassa monipuolisesti käytettävissä luonnontieteiden opetuksessa.

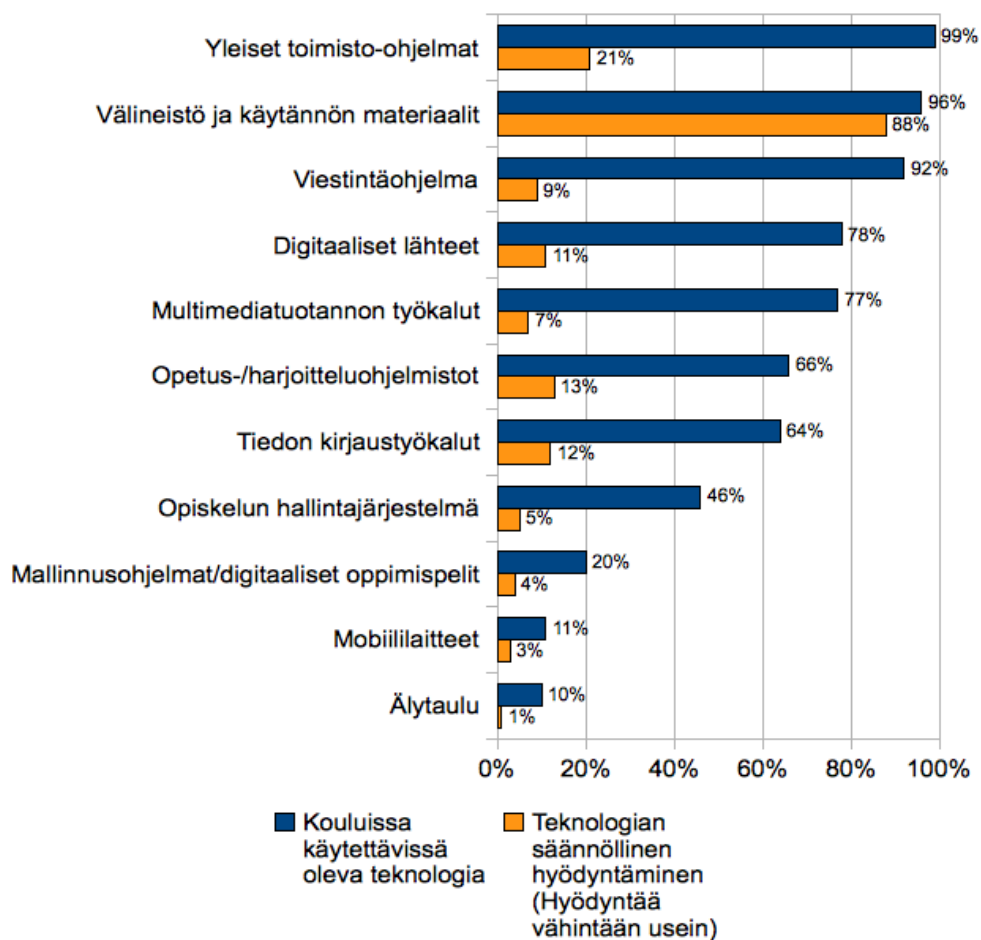
Tietotekniikan opetuskäytössä tulisi ottaa huomioon se, ettei se veisi aikaa tärkeistä oppimistavoista, vaan olisi niiden tukena. Luonnontieteiden opetukseen kuuluu esimerkiksi luonnossa käyminen ja laboratoriotyöskentely. Perinteisiä opetusmenetelmiä voidaan tukea tietotekniikan avulla, joten niistä ei ole syytä luopua kokonaan. Integroitaessa tietotekniikkaa luonnontieteiden opetukseen, on hyväksyttävä, että tietotekniikkaa hyödyntävät opetusmenetelmät vievät ainakin toistaiseksi enemmän aikaa perinteisiin menetelmiin nähden. Ajan puutteen ratkaisemiseksi on olemassa keinoja. Aikaa tietotekniikan hyödyntämiseen luonnontieteiden opetuk-

nessa voidaan saada opetus- ja oppimateriaalin lisäämisellä, tietoteknisten taitojen parantamisella sekä tietotekniikan käytön huomioimisella opettajien työn suunnittelussa ja aikatauluissa. Tietotekniikan opetuskäyttöä vaikeuttavat myös muut ongelmat, mutta opettajien kokemukset ajan puutteesta suurimpana esteenä viestivät tarpeesta löytää ongelmaan ratkaisu.

2.3.3 Koulun tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien puute

Ajan riittämättömyyden jälkeen seuraavaksi eniten ongelmia tietotekniikan hyödyntämiselle aiheuttaa SITES-tutkimuksen [70] mukaan koulun ja oppilaiden tietoteknisten laitteiden puute. Vuonna 2006 luonnontieteiden opettajista 47 % arvioi koulun digitaalisten oppimisvälineiden puuttumisen olevan esteenä niiden hyödyntämiselle. Myös tietoteknisten vastuuhenkilöiden ja rehtoreiden mukaan koulujen tietoteknisten laitteiden puute on ongelma. Molemmissa ryhmissä yli 70 % arvioi luonnontieteiden laboratoriotöissä käytettävien tietoteknisten välineiden puuttumisen olevan esteenä. Tilanne on parantunut jonkin verran vuoteen 2010 mennessä, jolloin laboratoriotöissä käytettävien teknisten välineiden puute oli rajoitteena pedagogisten tavoitteiden toteutumiselle 55 %:ssa kouluissa. Tietotekniikan opetuskäytön edistämisessä luonnontieteellisissä oppiaineissa laitteiston parantaminen on tärkeässä asemassa. Kuvio 2.4 kuitenkin osoittaa, etteivät luonnontieteiden opettajat hyödynnä tietotekniikkaa mahdollisuuksien mukaan.

SITES-tutkimuksen [70] mukaan suurimmassa osassa suomalaiskouluista (noin 60 %) useimmissa luokkahuoneissa ei ole mahdollista käyttää tietokonetta. Tämä voi olla osasyynä tietotekniikan opetuskäytön toiseksi suurimpaan ongelmaan, tietoteknisten välineiden puuttumiseen. Monissa suomalaisissa yläkouluissa on ATK-luokat, joihin siirrytään tarpeen tullen. Opettajat ovat arvioineet, että tämä aiheuttaa käytännön ongelmia, kun koko oppilasryhmän on vaihdettava luokkaa ja oppimateriaali on eri luokassa [106]. Ongelma vaikuttaa myös opettajien aikatauluihin, kun siirtyminen toiseen luokkahuoneeseen vie opetusaikaa. ATK-luokkiin on usein tehtävä ajanvaraus, koska ne ovat usein varattuja. Niiden käyttö ei siis ole aina mahdollista silloin kun tarvetta olisi. Vaikka halukkuutta tietotekniikan hyödyntämiselle olisi, voi sen esteenä olla siis laitteiston puute. Kanadassa, Hongkongissa ja Norjassa suurimmassa osassa kouluista on mahdollisuus käyttää tietokonetta lähes joka luokassa [70]. Suomi on siis kärkimaihin nähden jäljessä tietokoneiden käytön mahdollisuudessa.



Kuvio 2.4: Luonnontieteiden opettajien teknologian opetuskäyttö [70]

Eri koulujen oppilaat ja opettajat ovat eriarvoisessa asemassa teknologian käyttömahdollisuuksissa. Entinen opetusministeri Henna Virkkunen [147, s. 12] mainitsee Opettaja-lehden artikkelissa, että Suomessa on kouluja, joissa tietotekniikkaa hyödynnetään opetuksessa laajasti ja kouluja, joissa opettajien työvälineetkään eivät ole kunnossa. SITES-tutkimuksen [70] mukaan vuonna 2006 vähän yli 20%:ssa kouluista oli alle viisi oppilasta tietokonetta kohden. Muutamassa vuodessa tilanne on hieman parantunut. Vuonna 2010 kouluista 35% oli sellaisia, joissa on alle viisi oppilasta tietokonetta kohden [69]. Edelleen on kuitenkin kouluja, joissa tietokoneita on vähän oppilasmäärään nähden. Kouluista 18%:ssa oli 10–19 oppilasta tietokonetta kohden [69]. Tietoteknisten laitteiden eriarvoiset käyttömahdollisuudet vaikuttavat myös luonnontieteiden opetukseen ja oppimiseen. Veermansin ja Tapolan artikkelissa Motivaatio ja kiinnostuneisuus [144] mainitaan, että kiinnostuneisuus saadaan kyllä nousemaan teknologisilla uutuuksilla, mutta toivottaessa pysy-

vämpiä muutoksia oppilaiden motivaatioon, tutkimustulokset ovat teknologian integroidun, harkitun ja pedagogisesti mielekkään käytön kannalla. TVT:n tukemat oppimisympäristöt vahvistavat opittavaan asiaan sitoutumista tuomalla motivoivaa tukea asian merkitykselliseksi kokemiseen [65]. Oppilaat, jotka joutuvat käyttämään vanhanaikaista tekniikkaa, voivat siis jäädä ilman tätä motivointia sekä mahdollisuutta opetella käyttämään ajanmukaista laitteistoa.

Myös Arjen tietoyhteiskunnan kansallisen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön suunnitelmassa [10] mainitaan kouluittain vaihtelevasta ja riittämättömästä teknisestä infrastruktuurista. Suunnitelmassa kyseinen ongelma on asetettu merkittävimmäksi esteeksi tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön vakiintumiselle. Toimenpide-ehdotuksina suunnitelmassa on esimerkiksi hyväksytyjen teknisten ja oppimateriaalialueiden noudattaminen, rajapintavaatimusten avaaminen opetussovelluksille ja tietoverkkojen parantaminen. Käytännössä kouluissa saataisiin käyttöön enemmän opetussovelluksia ja -materiaalia, valokuituyhteydet, pilvipalvelut sekä ajanmukainen välineistö. Nämä uudistukset pitäisi suunnitelman mukaan olla toteutettu viimeistään vuonna 2016.

Suomalaiskoulujen luokkahuoneista suurimmassa osassa ei ole tietokonetta [70]. Mikäli opettajien työpisteet ja luokkahuoneet olisivat varustettu ajan mukaisella teknologialla tietokoneineen ja dataprojektoreineen, opettajille saataisiin mahdollisuus hyödyntää opetuksessaan esimerkiksi hyödylliseksi koettuja oppimisasipelejä, havainnollistavia animaatioita ja videoita sekä muuta digitaalista oppimateriaalia. Piirtoheittimien käyttäminen ja piirtoheitinkalvojen tulostaminen on vanhanaikaista ja työlästä. Dokumenttikameroiden avulla säästyy aikaa, kun esimerkiksi kuvia ja mitä tahansa kappaleita voidaan heijastaa seinälle koko luokan nähtäväksi suoraan dokumenttikameran alla ilman piirtoheitinkalvojen tekemistä. Dokumenttikameroita on myös mahdollista käyttää kokeellisuuden tukena luonnontieteellisissä oppiaineissa. Esimerkiksi kemiallisten reaktioiden demonstroiminen dokumenttikameran alla ja heijastaminen seinälle dataprojektorilla auttaa oppilaita näkemään paremmin opittavia ilmiöitä. Ilmiöitä voi myös tallentaa kuvina. Esimerkiksi piirtoheitinkalvojen visuaalinen aineisto sekä mitä tahansa kuvia ja ilmiöitä voidaan tallentaa digitaalisena tietokoneelle ja esittää myöhemmin dataprojektorin avulla. Tällöin täytyy varmistaa, että tekijänoikeudet sallivat kuvien tallentamisen. Dokumenttikameroiden ja dataprojektoreiden käyttöön siirryttäessä piirtoheittimiä ei siis enää tarvittaisi. Mitä nopeammin piirtoheittimien käyttämisestä päästäisiin eroon, sitä nopeammin siirtymisprosessi vanhasta tekniikasta uuteen olisi tehty.

Joustava ratkaisu olisi kannettavien tietokoneiden hankkiminen opettajien käyttöön. Vaartelan [139] Mikä ihmeen dokumenttikamera? -artikkelissa mainitaan, että koulutusmateriaalia tehdään nykyään useimmiten henkilökohtaisilla tietokoneilla ja kannettava tietokone on helppo kuljettaa luokkaan sekä liittää dataprojektoriin. Kannettavien tietokoneiden avulla välttyttäisiin tiedostojen siirtelyltä kotikoneiden ja koulun koneiden välillä. Nykyaikaisten työpisteiden avulla tietotekniikan opetus käyttö luonnontieteiden opetuksessa voisi yleistyä. Opetushallituksen vuonna 2010 keräämien tietojen mukaan peruskoulun lehtoreista 35 %:lla on työpaikallaan tietokone henkilökohtaisessa käytössä [103]. Oppilaiden osalta kannettavien tietokoneiden hyödyntämistä voitaisiin lisätä kaikissa peruskouluissa Tampereen mallin [132] tapaan, jossa tietokoneet ja langaton verkko kulkevat kärryn kyydissä.

Dataprojektoreiden sijaan luokkahuoneet voitaisiin varustaa kehittyneemmällä, interaktiivisella tekniikalla. Aktiivitaulut kykenevät teknisesti samaan kuin dataprojektoritkin. Niissä yhdistyvät dataprojektorien sekä liitutaulujen ominaisuudet ja ne tuovat lisäksi mahdollisuuden merkintöjen tallentamiseen sekä vuorovaikutuksellisempaan ja aktiivisempaan tuntityöskentelyyn. Kansallisessa tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön suunnitelmassa [10] ehdotetaan pedagogisten käytäntöjen kehittämistä yhdeksi toimenpiteeksi oppilaiden oppimistavoitteiden, yhteisöllisen tiedonrakentelun sekä luovuuden edistämiseksi tieto- ja viestintätekniikan keinoin. Suunnitelman lisämateriaalissa [11] yhtenä pedagogisena käytäntönä mainitaan aktiivitaulun käyttäminen opetuksen tukena, mikä voi olla esimerkiksi animaatoiden hyödyntämistä aktiivitaululla. Oppilaiden taululla tekemät tuotokset ja koko taulutyöskentely tallentuvat, jolloin tuotoksia voidaan myöhemminkin tarkastella [11]. Aktiivitaulun käyttäminen auttaa visualisoimaan kemian ilmiöitä, mikä on osoittautunut tarpeelliseksi kemian opetuksen tukemisessa. Harvat opettajat käyttävät aktiivitaulua opetuksessaan. Vuonna 2006 sitä oli hyödyntänyt opetuksessaan vain 4 % luonnontieteiden opettajista [70]. Opettajat pitävät sen käyttöä oppimista edistävänä tekijänä, mutta he kokevat käytön vielä epävarmaksi ja kaipaavat lisää koulutusta [120]. Vielä vuonna 2006 hyödyntämiseen ei usein ollut mahdollisuutta, sillä 90 %:ssa suomalaiskouluista ei ollut aktiivitaulua käytettävissä. Näissä kouluissa aktiivitaulun tarpeelliseksi ja tarpeettomaksi kokevat opettajat jakautuvat tasan. Tilanne on muuttumassa, sillä Opetusteknologia koulun arjessa -hankkeen (OPTEK) tutkimustulosten mukaan vuonna 2010 aktiivitaulu oli käytettävissä lähes 40 %:ssa yläkouluista, ja kouluista 81 %:ssa se koettiin tarpeelliseksi [69].

Koulujen välillä on suuria eroja teknologiaan liittyen [147]. Tietoteknisten laitteiden käyttömahdollisuudet on saatava tasapuolisiksi kohdistamalla tulevaisuudessa investointeja vähempiosaisten koulujen teknologiaan. Koskinen [78] visioi Tieto- ja viestintäteknikka osana koulun arkea muutoksen moottori -artikkelissa, että tulevaisuudessa jokaisessa luokassa on tablettityöasemat. Kevyillä tabletilaitteilla tullaan käyttämään virtuaalisia pulpetteja. Mobiililaitteet soveltuvat hyvin esimerkiksi portfoliotyöskentelyyn niiden liikutettavuuden ansiosta. Myös sisällöntuotanto on mahdollista missä tahansa. Ongelmia on kuitenkin tuottanut verkkoyhteyksien huono toimintavarmuus, jonka takia esimerkiksi portfoliotyöskentely saattaa epäonnistua [79].

Tietotekniikan hyödyntämättömyys luonnontieteiden opetuksessa ei johdu pelkästään laitteiston puutteesta. Kuvio 2.4 osoitti, että käytettävissä olevan laitteiston hyödyntämisessä on parantamisen varaa. Siispä ratkaisemalla yksistään tietoteknisten laitteiden puuttuminen, ei kaikissa kouluissa ehkä saada tietotekniikan käyttöä luonnontieteiden opetuksessa merkittävästi edistettyä.

SITES-tutkimuksen [70] mukaan sekä tekniikan vastuuhenkilöt että rehtorit arvioivat digitaalisen oppiaineiston puuttumisen olevan yksi suurimpia esteitä tietotekniikan opetuskäytölle. Molemmista ryhmistä 66 % arvioi digitaalisen oppivälineistön ja -aineiston vaikuttavan melko paljon tai paljon pedagogisten tavoitteiden saavuttamiseen. Jos digitaalista oppimateriaalia ja -välineistöä ei ole saatavilla tai sitä ei ole aikaa tehdä, opettajat tyytyvät tuttuun ja turvalliseen liitutauluun tai piirtoheittimeen.

Mahdollisuus verkon hyödyntämiseen on parantunut esimerkiksi verkko-oppimisympäristöjen käyttöönoton myötä. Vuonna 2010 verkko-oppimisympäristö oli käytössä 61 % kouluista ja lopuista kouluista lähes puolessa se koettiin tarpeelliseksi. Tieto- ja viestintäteknikan integroitua opetukseen, verkon merkitys korostuu opiskelussa. Verkossa toimivien oppimisalustojen ja sähköisten ilmoitustaulujen on todettu olevan joustavia opetuskäytössä [38]. Verkko-oppimisympäristöjen, esimerkiksi Moodle-oppimisalustan, avulla on mahdollista jakaa materiaalia ja tehtäviä, palauttaa tehtäviä, keskustella ja saada ohjausta tehtävistä sekä tehdä kokeita ja tenttejä. Verkko-oppimisympäristöt ovat monipuolisia välineitä opiskeluun ja opettamiseen [38]. Niiden etu perinteiseen luokkaoppimisympäristöön on riippumattomuus ajasta ja paikasta. Luonnontieteiden opettajien taidoissa hyödyntää verkkoa opetuksessa on parantamisen varaa. Itsearvion mukaan vain 30 % opettajista osaa käyttää erinomaisesti Internetiä oppilaiden opiskelun tukemiseen. Suurin osa luon-

nontieteiden opettajista on osallistunut johdantokursseihin Internetin ja yleisten sovellusten käytöstä, mutta 31 % ei ole osallistunut eikä halua osallistua syventäviin kursseihin Internetin käytöstä. Luonnontieteiden opettajista, jotka eivät ole osallistuneet koulutukseen verkko-opetuksen sisällöntuotannosta (noin 85 %), 49 % ei edes haluaisi osallistua.

Opiskelun hallintajärjestelmät eivät ole käytössä monissa kouluissa, mutta kehitystä on kuitenkin tapahtunut. SITES-tutkimuksen [70] mukaan vuonna 2006 suomalaiskouluista 46 %:ssa oli mahdollisuus järjestelmien käyttämiseen ja vuonna 2010 OPTEK-tutkimuksen [69] mukaan noin 65 %:ssa kouluista. Monet luonnontieteiden opettajat eivät hyödynnä opiskelun hallintajärjestelmiä. Heistä 77 % ei käytä koskaan tätä tekniikkaa. Osa opettajista pitää Internetiä kuitenkin hyödyllisenä ainakin siltä osin, että esimerkiksi verkossa toimiva opiskelun hallintajärjestelmä koetaan tarpeelliseksi 38 %:ssa kouluista, joissa sitä ei ole käytettävissä. [70] Wilma-järjestelmä on yksi kouluissa käytetty Internet-palvelu, jonka avulla oppilaat ja opiskelijat voivat seurata opintojaan ja esimerkiksi lukiossa hoitaa kurssi-ilmoittautumisia. Wilman kautta huoltajat voivat olla yhteydessä opettajiin ja seurata lastensa opintoja.

Virtuaalinen oppimisympäristö koulutusta järjestävän organisaation työvälineenä -julkaisussa [76] mainitaan verkkovälitteisten oppimisympäristöjen tuovan uusia haasteita. Toimintatapojen muuttaminen voi olla jopa haasteellisempi asia kuin itse tietotekniikka. Verkko-oppimisympäristöjen käyttäminen vaatii kuitenkin myös hyvät tietotekniset taidot. Oppimateriaalien tuottaminen ja oppimisalustojen käyttäminen voi olla haasteellista. Tämä nostaa esiin teknisen ja pedagogisen tuen tarpeellisuuden.

Erilaisten ohjelmien käyttäminen luonnontieteiden opetuksessa edistää ja motivoi oppimista, mutta silti niiden käyttö on vähäistä. SITES-tutkimuksen [70] mukaan luonnontieteiden opettajista 65 % arvioi tietotekniikan käytön lisäävän oppimismotivaatiota ja yli puolet arvioi sen lisäävän myös itseohjautuvan opiskelun taitoja sekä kykyä opiskella omaan tahtiin. Luonnontieteiden opettajista silti vain 21 % hyödyntää esimerkiksi yleisiä toimisto-ohjelmia säännöllisesti opetuksessa, vaikka ne ovat käytössä lähes kaikissa kouluissa. Toimisto-ohjelmista esimerkiksi taulukkolaskentaohjelman avulla voidaan kirjata ylös mittaustuloksia, jotka voidaan esittää kaavioina. Myös muiden ohjelmistojen käyttö on vähäistä. Vuonna 2006 suomalaiskouluista 66 %:ssa oli mahdollisuus hyödyntää opetus- ja harjoitteluohjelmistoja, mutta vain 13 % luonnontieteiden opettajista käytti niitä säännöllisesti (kuvio 2.4).

Mahdollisuus hyödyntämiseen on parantunut, sillä vuonna 2010 opetus- ja harjoitteluohjelmistoja oli käytettävissä 88 %:ssa kouluista [69].

SITES-tutkimuksen [70] mukaan vuonna 2006 kouluista 20%:ssa oli mahdollista käyttää mallinnusohjelmia tai digitaalisia oppimisasipelejä. Kouluihin kaivataan simulaatio- ja mallinnusohjelmia sekä digitaalisia oppimisasipelejä. Niistä kouluista, joissa nämä eivät olleet käytettävissä, 61 %:ssa ne koetaan tarpeellisiksi. Mallinnusohjelmia ja digitaalisia oppimisasipelejä käyttää säännöllisesti 4 % luonnontieteiden opettajista. Mahdollisuus hyödyntää oppimisasipelejä opetuksessa on parantunut. Vuonna 2010 niitä oli 85 %:ssa yläkouluista [69]. Vuonna 2006 kolmasosassa suomalaiskouluista ei ollut mahdollisuutta hyödyntää opetuksessa opetus- ja harjoitteluohjelmistoja. Näissä kouluissa luonnontieteiden opettajista 31 % koki edellä mainitut ohjelmistot kuitenkin tarpeellisiksi. Toisaalta, niissä kouluissa, joissa opetusohjelmistot olivat käytettävissä, vain viidesosa luonnontieteiden opettajista hyödynsi niitä säännöllisesti. Kiinnostus opetus- ja harjoitteluohjelmistojen hyödyntämiseen on hiukan laskenut. Vuonna 2010 niissä kouluissa, joissa opetus- ja harjoitteluohjelmistoja ei ollut käytettävissä, vain 23 %:ssa ne koettiin tarpeellisiksi [68]. Syynä tähän voivat olla esimerkiksi opettajien ajan puute ja huonot tietotekniset taidot. Jos ohjelmistot ovat vaikeita käyttää, opettajat voivat jättää ne kokonaan hyödyntämättä.

Luonnontieteiden opettajat ovat hyödyntäneet viestintäohjelmia mahdollisuuksiin nähden kaikista ohjelmista vähiten. Suomalaiskouluista 92 %:ssa on mahdollisuus hyödyntää viestintäohjelmia opetuksessa, mutta luonnontieteiden opettajista 9 % käyttää niitä säännöllisesti ja 65 % ei käytä koskaan niitä opetuksessa [70]. Suurin osa opettajista ei siis koe viestintäohjelmia tarpeellisiksi välineiksi luonnontieteiden opetuksessa.

Edellisten tapausten perusteella voidaan todeta, että ohjelmien käytön edistämässä luonnontieteiden opetuksessa edellytetään ohjelmistojen lisäämisen lisäksi opettajien teknisten tietojen ja taitojen parantamista. On myös huomioitava, että opettajat voivat pitää ohjelmistoja tarpeellisina, vaikka he eivät itse käyttäisikään niitä. Laitteiston puute, ajan riittämättömyys ja huonot tietotekniset taidot vaikuttavat siis käyttäjämääriin, mutta kuten aiemmin todettiin, myös negatiivinen asenne voi olla esteenä tietotekniikan opetuskäytölle. Useat tietotekniikan opetusikäytön esteet vaikuttavat toisiinsa. Ohjelmistojen säännöllinen käyttö luonnontieteiden opetuksessa edellyttää edellä mainittujen ongelmien ratkaisemista.

Vaikka käytettävissä olevia ohjelmistoja ei aina pystytä hyödyntämään opetuksessa, panostamalla nykyaikaisiin ohjelmiin voitaisiin tietotekniikan hyödyntämis-

tä edistää luonnontieteiden opetuksessa. Se ei vaadi aina isoja investointeja kallesiin ohjelmistoihin. Luonnontieteellisiin oppiaineisiin sopivia, havainnollistamiseen ja mallinnukseen tarkoitettuja ilmaisohjelmia löytyy verkosta useita [57]. Ohjelmistoihin panostaminen voi siis vaatia ainoastaan ohjelmien lataamista ja asentamista koulujen tietokoneisiin. Tällöin kuitenkin kunnallinen IT-tuki ja koulujen IT-tukihenkilöt osoittautuvat tärkeiksi.

2.3.4 Ohjelmia luonnontieteiden opetukseen ja oppimiseen

Fysiikan ja kemian opiskeluun on olemassa hyödyllisiä oppimislejia ja ohjelmia. Esimerkiksi Algodo-fysiikkasimulaattorilla [110] on mielekäästä oppia fysiikan lakeja. Animaatioilla ja simulaatioilla on hyödyllistä havainnollistaa esimerkiksi liike-energiaa fysiikan opiskelussa. Animaatiot auttavat tehostamaan ajattelua molekulaarisella tasolla ja tuovat monia haasteita niin opettamiseen kuin opiskeluunkin. Aikaisemmin animaatioiden tekemiseen on kulunut runsaasti aikaa, varsinkin jos aikaisempaa kokemusta animaatio-ohjelmista ei ole ollut. SITES-tutkimuksen [70] mukaan riittäviä taitoja animaatioiden käsittelemiseen on vain harvalla. Animaatio-toiminnoista suoriutuu erinomaisesti vain 24 % luonnontieteiden opettajista. Animaatioiden tekeminen esimerkiksi ChemSense-ohjelmalla [20] onnistuu kohtuullisen nopeasti, ja niiden järkevää hyödyntäminen opetuksessa ja oppimisessa on mahdollista. Myös valmiita animaatioita ja simulaatioita löytyy Internetistä, mikäli niiden tuottamiseen ei ole riittävästi aikaa, taitoa tai innostusta. Esimerkiksi Internetistä saatavat PhET-simulaatiot (Physics Education Technology) [110] ovat sovelluksia, joilla kemiallisten ja fysikaalisten ilmiöiden havainnollistaminen on helppoa.

Kemian opiskeluun ja opettamiseen on olemassa useita hyödyllisiä ohjelmia, jotka sopivat esimerkiksi aineiden koostumusten ja jaksollisen järjestelmän opetteluun [34]. Ilmaisohjelmia kemian oppimiseen on useita. Esimerkiksi Periodic Table Classic -ohjelma [107] on hyvä tuki jaksollisen järjestelmän opiskeluun. Ghemical [39], ChemSketch [21], ArgusLab [9] ja Jmol [62] ovat ilmaisia molekyylien mallintamiseen, piirtämiseen tai visualisointiin tarkoitettuja ohjelmia. Maksullisia ohjelmia sen sijaan ovat esimerkiksi HyperChem Lite [56], Spartan [125], CAChe [15], Materials Studio [90], ChemDraw [19] ja Odyssey [99]. Molekyylejia voi mallintaa verkossa Edumol-mallinnusympäristössä [26], jossa hyödynnetään Jmol [62] ja ChemDoodle [18] -sovelluksia. Verkossa on myös maksuttomia selainpohjaisia sovelluksia esimerkiksi molekyylien rakennekaavojen piirtämiseen (JDraw [61], ChemDoodle [18], JChemPaint [60]) ja jaksollisen järjestelmän opettelemiseen (Ptable [111]).

Biologian oppimiseen löytyy verkosta oppimislejää esimerkiksi ekosysteemiin, luonnonilmiöihin sekä ympäristöongelmiin liittyen. Lisäksi biologian ja maantiedon opetuksessa voidaan hyödyntää animaatioita ja simulaatioita. Toimisto-ohjelmien, videoiden, Internetin ja käsittekarttojen käyttö on hyödyllistä myös maantiedon opetuksessa, mutta erityisesti ilmiöiden havainnollistamisessa animaatiot ja simulaatiot toimivat hyvin [88]. Esimerkiksi maapallon liikkumista ja maapallolla tapahtuvia ilmiöitä voidaan kuvata animaatioiden ja simulaatioiden avulla.

Maantiedon opiskelussa on hyödyllistä käyttää karttaohjelmia. Tietoa maanosien, merien ja maiden sijainneista on helppo oppia esimerkiksi Google Earth [40] ja World Wind [149] -ilmaisohjelmien avulla. Maapallon sijainnin sekä tähtien tarkasteluun sopivat esimerkiksi Celestia [17] ja Stellarium [127] -ilmaisohjelmat.

Erilaisten ohjelmien käyttäminen luonnontieteiden opetuksessa edistää ja motivoi oppimista. Ohjelmistojen käyttöä olisi syytä lisätä ja se vaatii erityisesti opettajien tietoteknisten taitojen sekä tietotekniikan pedagogisen käytön kehittämistä.

2.3.5 Koulun ulkopuolisten tietoteknisten laitteiden puute

Kolmanneksi suurin este tietotekniikan hyödyntämiselle luonnontieteiden opetuksessa on SITES-tutkimuksen [70] mukaan koulun ulkopuolisten tietoteknisten laitteiden puuttuminen. Luonnontieteiden opettajista 42 % arvioi esteeksi oppilaiden huonot mahdollisuudet käyttää tietotekniikkaa koulun ulkopuolella ja 9 % arvioi esteeksi vastaavasti omat mahdollisuudet tietotekniikan käytölle. Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa ei ole aina mahdollista, vaikka koulu ja opettajat olisivatkin halukkaita käyttämään tietotekniikkaa. Joidenkin tekniikoiden hyödyntäminen edellyttää, että oppilailla on mahdollisuus käyttää tietokoneita myös koulun ulkopuolella. Oppilaiden omien laitteiden taso vaihtelee suuresti. Kodeissa ei ole tasa-arvoisia mahdollisuuksia tietotekniikan käyttämiseen opiskelussa.

Mobiililaitteiden, kuten kännyköiden käyttäminen luonnontieteiden opetuksessa on ainakin toistaiseksi melko vähäistä [48]. SITES-tutkimuksen [70] mukaan kämmenitietokoneita ja kännyköitä on käyttänyt opetuksessaan 16 % luonnontieteiden opettajista. Mahdollisuutta koulun mobiililaitteiden käyttämiseen ei usein ole, sillä vain 11 %:ssa suomalaiskouluista on niitä käytettävissä. Mobiiliteknologialla on kuitenkin hyvät mahdollisuudet integroitua tulevaisuuden oppimiseen, sillä lähes jokaisessa puhelimesta on mobiilioppimisen mahdollistavat toiminnot, kuten kamera sekä verkkoyhteys [69], ja riippumatta sosiaalisesta tai taloudellisesta asemasta, nuorten käytössä ovat yleisesti kännyköiden tekstiviesti- ja kameratoiminnot [82].

Vaikka mobiililaitteita ei käytettäisi sisällön opettamiseen, ne voisivat kuitenkin olla kommunikoinnin apuvälineenä opetuksessa. Kännykkä ei ole nuorille pelkästään viestien siirtoon soveltuva väline, vaan myös identiteettiin ja elämänhallintaan soveltuva teknologinen väline [22]. Ongelmia mobiililaitteiden opetuskäytössä on todettu olevan ainakin Internet-yhteyksien ja tekstiviestiläksyjen kanssa [30]. Oppimissovellusten yleistyessä yhteensopivuusongelmat voivat kuitenkin vähentyä.

Mobiilioppimiseen liittyviä kokeiluja on tehty useita, mutta niissä huomattiin, että kokeilujen päätyttyä mobiililaitteiden käytöstä luovuttiin ja työtavat palautuivat entiselleen [48]. Usein itse laite ja sen ominaisuudet vangitsivat kokeilujen pedagogisia periaatteita. Pieniin laitteisiin pyrittiin siirtämään ihmisen kognitiiviselle toiminnalle hankalia toimintoja, kuten pitkän tekstin lukeminen pienestä näytöstä. Käytännöt johtavat harvoin syvälliseen työskentelyyn. Keskustelu mobiililaitteiden hyödyntämisessä kohdentuu enemmän langattomuuteen ja siihen liittyviin pedagogisiin mahdollisuuksiin. [65] Mobiililaitteiden opetuskäyttöä helpottaisi, jos ne voitaisiin liittää erilliseen näyttöön ja näppäimistöön. Yhä useammalla oppilaalla on käytössä lähes kannettavan tietokoneen ominaisuudet tarjoava älypuhelin, jonka tekninen potentiaali on vielä hyödyntämättä opetuksessa [48]. Myös tablettitietokoneet yleistyvät ja useita hankkeita onkin menossa niiden opetuskäyttöön liittyen. Esimerkiksi vuonna 2011 aloitetun Sormet-hankkeen [123] tarkoituksena on kokeilla pilottikouluissa tablettitietokoneita ja sovellusohjelmistoja opetuskäytössä koulussa sekä koulun ulkopuolella. Hankkeen ensimmäisen jakson ajalta on saatu alustavia kokemuksia tablettitietokoneiden opetuskäytöstä. Oppilaat käyttävät laitteita innostuneesti. Opettajien keskuudessa ne on koettu sekä hyödyllisiksi että kuormittaviksi. Sormet-hankkeen aikana tablettitietokoneita on käytetty ala- ja yläkoulussa sekä lukiossa. Sormet 2 -hankkeessa [124] laitteita kokeillaan myös erityistä tukea tarvitsevien oppilaiden opetuksessa.

SITES-tutkimuksen [70] mukaan mobiililaitteiden hankkimista ei koeta kovin tärkeäksi toimenpiteeksi kouluissa. Niissä kouluissa, joissa mobiililaitteita ei ole käytettävissä, 63 % opettajista ei koe niitä tarpeellisiksi. Tärkeämpää olisi taata oppilaille tasapuolisemmat mahdollisuudet opiskeluun. OPTEK-tutkimushankkeen tulosten mukaan 55 % nuorista käyttää tietokonetta päivittäin ja vastaavasti 44 % nuorista käyttää kannettavaa tietokonetta joka päivä [68]. Huomioitavaa on, että osa nuorista käyttää tietokonetta harvemmin kuin viikoittain, mikä voi osalla johtua huonoista tietokoneen käytön mahdollisuuksista kotona. Tästä syystä olisikin parannettava oppilaiden mahdollisuuksia käyttää koulun tietokoneita oppituntien ul-

kopuolella. Kouluista 65 % sallii koulun tietokoneiden käytön oppituntien ulkopuolella ja 21 % kouluajan ulkopuolella [68]. Erilaisia hankkeita mobiilioppimisen parantamiseksi on tehty myös koulun ulkopuolella oppimisen parantamiseksi. Näistä esimerkkinä Sormet-hanke [123], Microsoftin oppimistutkimuksessa mukana oleva Oulun Ritaharjun koulu, jossa oppilaille annetaan käyttöön kolmannelta luokasta alkaen kannettavat tietokoneet [133] sekä Oululaisten Metsokankaan yhtenäiskoulu, jossa kokeillaan älypuhelimien ja tablettitietokoneiden käyttöä oppimisessa [59].

Mahdollisuutta kotona työskentelyyn ja opiskeluun teknologian avulla tulisi tasapuolistaa. Parannuksia yritetään tehdä, sillä SITES-tutkimuksen [70] mukaan kouluista 46 %:ssa on ryhdytty toimenpiteisiin opettajien kannettavien tietokoneiden ja mobiililaitteiden käytön mahdollistamiseksi. Myös oppilaiden vastaavien laitteiden käyttöä yritetään parantaa, mutta vain 12 %:ssa kouluista.

Parantamalla mahdollisuuksia käyttää koulun tietokoneita voitaisiin saada oppilaille tasapuolisemmat mahdollisuudet esimerkiksi verkossa toimivien oppimisympäristöjen käyttämiseksi. Joissakin kouluissa näihin toimenpiteisiin on ryhdytty. SITES-tutkimuksen [70] mukaan suomalaiskouluista 18 % on pyrkinyt edistämään oppilaiden mahdollisuuksia käyttää koulun tietokoneita kouluajan ulkopuolella. Pääministeri Matti Vanhasen II hallituksen ohjelmassa [143] mainitaan, että hallitus toteuttaa laajan kokeiluhankkeen peruskoululaisten oppilaskohtaisten tietokoneiden hankkimiseksi. Joissakin kouluissa, kuten Sulkavan lukiossa [129], oppilaskohtaisia tietokoneita on hankittu, mutta peruskouluissa oppilaiden käytössä on harvoin henkilökohtaisia tietokoneita.

2.3.6 Opettajien riittämättömät tietotekniset taidot ja TVT:n pedagogisen käytön taidot

SITES-tutkimuksen [70] mukaan suurin osa luonnontieteiden opettajista arvioi suoriutuvansa erinomaisesti esimerkiksi tiedoston lähettämisestä sähköpostitse, tekstinkäsittelystä ja sähköisten asiakirjojen järjestämisestä. Opettajien itsearviot tietotekniikan pedagogisesta käytöstä osoittavat, että heidän tiedoissa ja taidoissa on kuitenkin parantamisen varaa. Esimerkiksi tiedon soveltamisesta opetus- tai oppimistilanteisiin suoriutuu erinomaisesti vain 17 % luonnontieteiden opettajista. Opettajien tietoteknisten taitojen merkitys tulee esille Beckerin ja Jacobsenin [13] tutkimuksessa, jossa huomattiin, että opettajien yleisten tietoteknisten taitojen edistäminen lisää tietotekniikan opetuskäyttöä. Samoin Suomen kansallisessa tietoyhteiskuntastrategiassa 2007–2015 [142] esitetään toimenpiteitä tieto- ja viestintätekn-

niikan opetusikäytön integroimiseksi tiiviisti opettajien perus- ja täydennyskoulutukseen sekä oppilaitosten ja muiden työyhteisöjen kannustamiseksi ottamaan käyttöön uusia, innovatiivisia oppimisen tapoja ja menetelmiä.

SITES-tutkimuksen [70] mukaan 77 %:ssa suomalaiskouluista on käytössä multimediatuotannon työkalut, mutta vain 7 % luonnontieteiden opettajista hyödyntää niitä usein opetuksessa. Multimedian käyttäminen on todettu olevan perusteltua erityisesti havainnollistamisessa, joten mahdollisuudet multimediatuotannon työkalujen käyttämiselle tulisi hyödyntää [94]. Esimerkiksi ChemSense-animaatio-ohjelmalla oppilaat voivat oppia asioita molekyylien välisestä vuorovaikutuksesta tekemällä yksinkertaisia animaatioita kemiallisista reaktioista. Vähäiseen käyttöön voivat vaikuttaa esimerkiksi ajan puute ja huonot tekniset taidot. Esteenä multimedian hyödyntämiselle voivat olla myös aiemmin mainitut opettajien heikot taidot soveltaa tietoa oppimistilanteisiin.

Erityisesti opettajien tietotekniikan käytön pedagogisissa taidoissa on parantamisen varaa (kuvio 2.5) [70]. Luonnontieteiden opettajien arvion mukaan huonot taidot soveltaa tietotekniikkaa opetukseen on neljänneksi suurin este tietotekniikan hyödyntämiselle. Luonnontieteiden opettajista 38% kertoi tämän esteeksi.



Kuvio 2.5: Luonnontieteiden opettajat, jotka suoriutuvat erinomaisesti eri tietotekniikan toimenpiteistä [70]

Opettajien itsearvion mukaan he suoriutuvat huomattavasti paremmin tietotekniikan yleisestä käytöstä kuin tietotekniikan pedagogisesta käytöstä. Huonot taidot integroida tietotekniikkaa opetukseen on otettava huomioon etsittäessä keinoja tietotekniikan käytön edistämiseen luonnontieteiden opetuksessa.

Koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelmassa 2004–2006 [104] on ollut tavoitteena, että tieto- ja viestintäteknikan tarkoituksenmukainen käyttö oppimisessa ja opetuksessa olisi osa oppilaitosten arkea. Tavoitteen saavuttamiseksi oli tarkoituksena kouluttaa opetushenkilöstöä siten, että vuoteen 2007 mennessä ainakin 75 % opettajista osaisi hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa.

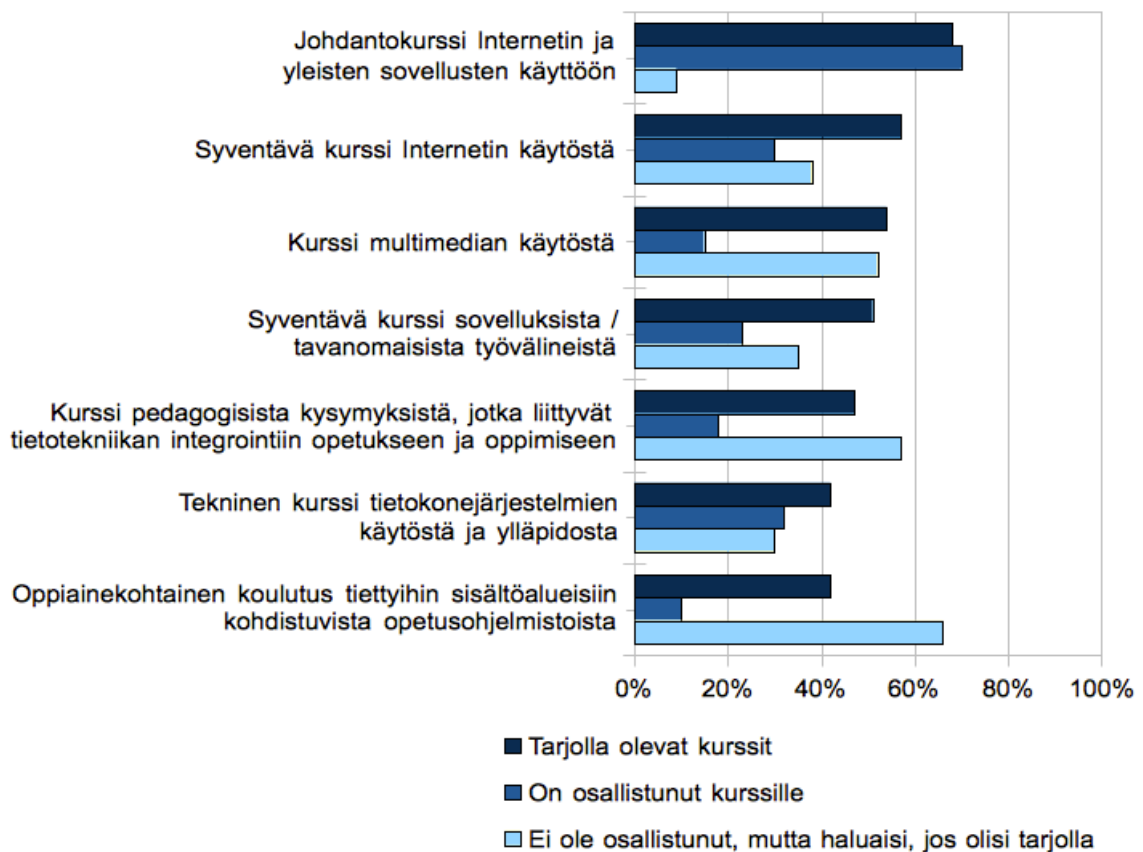
Ajanmukaiset tietotekniset laitteet eivät auta, jos niitä ei osata käyttää. Edellytyksenä tietotekniikan käytön edistämiseksi luonnontieteiden opetuksessa on, että opettajat hallitsevat oman alansa tekniikoiden, esimerkiksi mittausautomaatiolaitteiden, käytön. Kuten todettiin, tietotekniikan käyttö ja sen integrointi oppiaineiden opetukseen on kuitenkin opettajille usein hankalaa [70].

Tieto- ja viestintäteknikka koulun arjessa -hankkeessa [12] on tarkoitus kehittää muun muassa tietoteknistä välineistöä ja oppimateriaaleja. Hanke tuotti suunnitelman [10], jonka tarkoituksena on vakiinnuttaa TVT:n käyttö kouluissa. Hankkeen tarkoituksena oli esimerkiksi luoda käytännön malleja opettajien mediataidon kehittämiseksi. Ongelmana opettajien TVT-taitojen osalta on ollut se, että opettajaksi opiskelevat eivät saa opiskeluaikanaan riittäviä TVT:n opetuskäytössä tarvittavia taitoja [92] ja jo työssä olevat opettajat tarvitsevat jatkuvaa koulutusta [58].

Toimenpide-ehtotuksia opettajien tietoteknisten taitojen ja TVT:n opetuskäytön edistämiseksi on tehty. Tieto- ja viestintäteknikka koulun arjessa -hankkeen suunnitelmassa [10] ehdotetaan, että TVT-taitoja lähdetään kehittämään entistä tehokkaammin jo opettajankoulutuksessa, jossa tutkintovaatimukset, välineet ja sovellukset on laitettava ajanmukaisiksi. Opettajankoulutusta ja täydennyskoulutusta on kehitettävä tarjoamalla kouluttajille ja opiskelijoille uusimmat tutkimukseen perustuvat pedagogiset mallit TVT:n ja median hyödyntämisestä. Ehdotukset eivät kuitenkaan sinänsä riitä, vaan on ryhdyttävä toimenpiteisiin. Luonnontieteiden opettajien huonot tietotekniset taidot estävät edelleen tietotekniikan opetuskäyttöä. Täydennyskoulutusta olisi lisättävä ja opettajien mahdollisuuksia osallistua koulutukseen olisi parannettava.

SITES-tutkimuksen [70] mukaan luonnontieteiden opettajien taidot voivat jäädä hyödyntämättä koulutuksista huolimatta. Luonnontieteiden opettajista suurin osa on osallistunut tietotekniikan yleisiä käyttötaitoja kehittäville kursseille. Opet-

tajien mukaan suurimpia esteitä eivät ole tietotekniikan yleiset käyttötaidot, vaan tietotekniikkaan liittyvät pedagogiset taidot. Täydennyskoulutuksessa voitaisiinkin keskittyä kehittämään tietotekniikan käytön pedagogisia taitoja, joiden avulla tietotekniikan hyödyntämistä voitaisiin edistää tietyssä oppiaineessa. Kuviosta 2.6 voidaan nähdä, kuinka tärkeänä luonnontieteiden opettajat pitävät eri täydennyskoulutuksen kursseja. Multimediakurssille on osallistuttu tarjontaan nähden vähiten. Kouluista 54 % tarjoaa kursseja koskien multimedian käyttöä, ja noin 15 % luonnontieteiden opettajista on osallistunut näille kursseille. Multimediatuotannon työkalut koetaan tarpeellisiksi vain 21 %:ssa kouluista, joissa näitä työkaluja ei ole käytettävissä. Opetusohjelmistojen aine- ja sisältökohtaista koulutusta tarjotaan 42 %:ssa kouluista (kuvio 2.6).



Kuvio 2.6: Tarjolla olevat kurssit ja niihin osallistuminen [70]

Noin kymmenesosa luonnontieteiden opettajista on osallistunut opetusohjelmistojen aine- ja sisältökohtaiseen koulutukseen [70]. Samaan aikaan niissä kouluissa, joissa tätä koulutusta ei ole tarjolla, noin 65 % opettajista haluaisi kuitenkin osallistua siihen. Kursseja pedagogisista kysymyksistä, jotka liittyvät tietotekniikan in-

tegrointiin opetukseen ja oppimiseen, tarjotaan kouluista 47 %:ssa, mutta näihin on osallistunut alle viidesosa luonnontieteiden opettajista. Lähes 60 % luonnontieteiden opettajista kuitenkin haluaisi osallistua näille kursseille, mikäli koulu niitä tarjoaisi. Opettajat osallistuisivat mieluummin TVT:n käytön pedagogiseen kuin tekniseen koulutukseen (kuvio 2.6).

Negatiivisesti täydennyskoulutukseen suhtautuvia luonnontieteiden opettajia on suhteellisen paljon [70]. Eri kursseille ei ole osallistunut eikä halua osallistua keskimäärin kolmasosa luonnontieteiden opettajista. Tuomen [136] Opettajien kokemuksia tietotekniikkaa hyödyntävästä opetuksesta ja tietotekniikan käytöstä osana koulujen arkea -tutkimuksen mukaan esteenä koulutuksille voivat olla koulutuksen ajankohdat, maksullisuus ja epäsopeva etenemisvauhti. Kursseja järjestetään usein iltaisin ja vapaa-aikana. Nämä eivät ole mieluisia ajankohtia opettajille. Mieluisia asioita eivät myöskään ole koulutusten maksullisuus ja nopeus. Kursseilta toivotaan myös enemmän käytännön harjoittelua [136].

Esteenä koulutukseen osallistumiselle voivat olla myös riittämätön aika, asenteet sekä kurssien järjestäjätaho. Kurssien järjestäjänä toimii yleensä ulkopuolinen taho. Omaa täydennyskoulutustarjontaa kouluissa on vähän. Esimerkiksi kurssia pedagogisista kysymyksistä, jotka liittyvät tietotekniikan integrointiin opetukseen ja oppimiseen, järjestää itse vain 16 % kouluista, joissa kurssia tarjotaan. Kouluista 85 % tarjoaa vastaavaa kurssia ulkopuolisen tahon järjestämänä. Yleisin koulujen itse järjestämä kurssi liittyy Internetin ja yleisten sovellusten käyttöön. Sitä järjestää itse 33 % kouluista, joissa kurssia tarjotaan.

Aikaongelma voi vaikuttaa täydennyskoulutukseen osallistumiseen. Jos aikaa ei riitä edes helpoimpien tekniikoiden käyttöön, ei sitä riitä myöskään koulutukseen osallistumiseen ja uusien asioiden opetteluun. Kouluttamattomuus vaikuttaa edelleen luonnontieteiden opettajien huonoihin taitoihin. Opettajien huonot tietotekniset taidot ovat usein esteenä tietotekniikan opetuskäytölle ja se vaikuttaa muihinkin esteisiin.

2.3.7 Teknisen ja pedagogisen tuen riittämättömyys sekä opettajien ikä

Tietoteknisen tuen riittämätön saaminen voi myös olla esteenä tietotekniikan opetuskäytön edistämiseksi. SITES-tutkimuksen [70] mukaan luonnontieteiden opettajista noin 55 % kokee saavansa teknistä tukea vähintään melko hyvin eli lähes puolet opettajista kokee teknisen tuen riittämättömäksi. Myös rehtorien ja tietoteknisten vastuuhenkilöiden mukaan pätevää teknistä henkilöstöä on riittämättömästi tieto-

tekniikan käytön tukemiseksi. Vuonna 2006 yli puolet rehtoreista ja tietotekniikan vastuuhenkilöistä arvioi tämän vaikuttavan tietotekniikan opetuskäyttöön vähintään melko paljon. Tilanne ei ole parantunut vuoteen 2010 mennessä, jolloin 52 % rehtoreista arvioi, että pedagogisten tavoitteiden toteutumista rajoittaa vähäinen pätevän teknisen henkilöstön määrä tietotekniikan käytön tukemiseksi.

Teknisen tuen lisäksi pedagogisen tuen riittämättömyys jarruttaa kehitystä tietotekniikan hyödyntämisessä luonnontieteiden opetuksessa. Myöskään Kaiston [67] tekemän Tieto- ja viestintätekniikan merkitys ymmärtävälle oppimiselle -tutkimuksen mukaan opettajien saama pedagoginen tuki ei ole riittävää. SITES-tutkimuksen [70] mukaan 18 % tietotekniikan vastuuhenkilöistä ja 24 % rehtoreista pitää pätevän teknisen henkilöstön puutetta paljon rajoittavana tekijänä pedagogisten tavoitteiden toteuttamisessa.

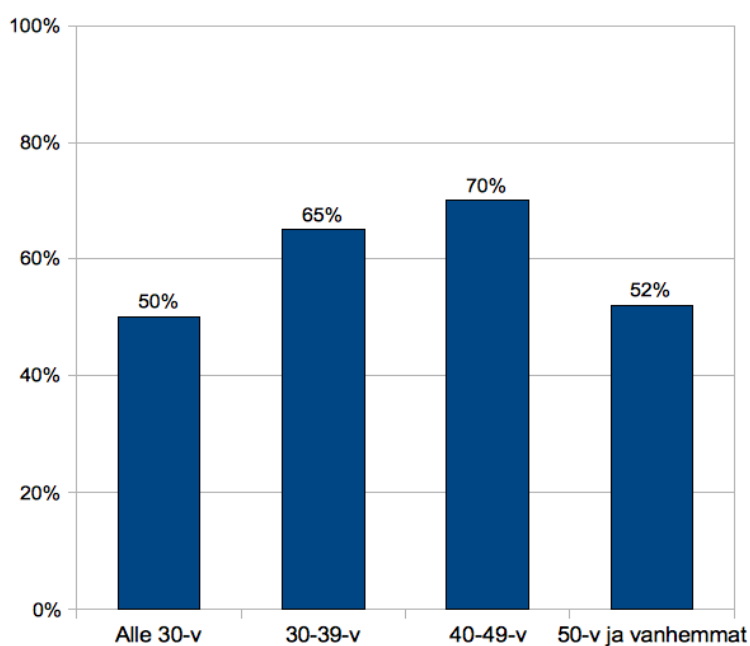
Uusien opetusnovaatioiden kehittämisen takana on usein yksittäiset toimijat tai ryhmät. TVT:n opetuskäytön kehittäminen vaatii uusien käytäntöjen käyttöönottoa koko koulun toimintakulttuuriin. Pedagoginen tuki ja opettajien asenteet ovat teknologian opetuskäytön kehittämisessä tärkeässä asemassa [98]. Arjen tietoyhteiskunnan kansallisessa tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön suunnitelmassa [10] ehdotetaan, että opetuksen suunnittelun ja toteutuksen tueksi järjestetään pedagoginen ja tekninen tuki.

Pedagogista ja teknistä tukea tulisi olla helposti saatavilla kaikissa kouluissa. Arjen tietoyhteiskunnan [10] suunnitelmassa tukipalveluita ehdotetaan parannettavaksi siten, että otetaan käyttöön koulukohtainen ja alueellinen pedagoginen tuki. Teknisen tuen saaminen varmistetaan sähköisenä tai lähitukena. Vuonna 2010 teknisestä tukea antoi useimmiten opettajakollega tai koulun ATK-tuki [68]. Vähäisemmässä määrin teknistä tukea annettiin myös kunnan tietohallinnon ja kunnan ostaman palvelun tarjoajan osalta sekä puhelintukena.

OPTEK-tutkimushankkeen [68] tulosten mukaan vuonna 2010 yli puolet tietotekniikan käytön pedagogisesta tuesta ja ohjauksesta opettajille antoi opettajakollega. Seuraavaksi eniten pedagogista tukea antoi koulun ATK-tuki (noin 20 %) ja vähäisessä määrin myös kunnan tietohallinto sekä koulun tai kunnan ostama palveluntarjoaja. Kouluista 23 %:ssa pedagogisesta tuesta vastaavaksi tahoksi ei ole asetettu minkäänlaista tuen tarjoajaa [68].

Myös opettajien iällä on jonkin verran merkitystä siihen, kuinka paljon tietotekniikkaan hyödynnetään opetuksessa. SITES-tutkimuksen [70] mukaan luonnontieteiden opettajista 50-vuotiaat tai sitä vanhemmat hyödyntävät vähemmän tietotek-

niikkaa opetuksessaan kuin 30–49-vuotiaat (kuvio 2.7). Opettajat, jotka jäävät lähivuosina eläkkeelle eivät välttämättä halua opetella uusia opetusmenetelmiä. Toisaalta, alle 30-vuotiaista ja vähintään 50-vuotiaista opettajista tietotekniikkaa hyödyntää suunnilleen yhtä suuri osa. Haaparannan [42] mukaan opettajien iällä ei ole vaikutusta siihen, kuinka käyttökelpoisena teknologia koetaan oppimisessa. Sen sijaan siitä, kuinka käyttökelpoisena ja helppona opettajat kokevat teknologian käytön oman työnsä kannalta, eri ikäiset opettajat ovat eri mieltä. Näissä asioissa alle 36-vuotiaat suhtautuvat teknologiaan positiivisemmin kuin heitä vanhemmat opettajat. [42]



Kuvio 2.7: Tietotekniikan hyödyntäminen luonnontieteiden opetuksessa ikäryhmittäin vuonna 2006 [70]

3 TVT:n hyödyntäminen kemian opetuksessa

Kemian oppiminen on parhaimmillaan innostavaa sekä mielekästä ja oppilaiden aiemmin hankitut tiedot sekä taidot laajentuvat monipuolisten työtapojen avulla [101]. Kemian opettajien mukaan opetuksen kokeellisuus on tärkeää kemian oppimisessa [3]. Kokeellisuudella tarkoitetaan esimerkiksi kemiallisten reaktioiden kokeilemista laboratoriossa sekä erilaisten apuvälineiden käyttöä havaintojen ja mittaus-ten tekemiseksi. Ilmiöiden ymmärtäminen on usein vaikeaa ja oppiaineena kemia koetaan haastavaksi tiedon kompleksisen luonteen vuoksi [36]. Tämän vuoksi visualisaatioiden käyttäminen opetuksessa on olennaista oppimisen kannalta [108]. Kemian tietoa voidaan visualisoida esimerkiksi tietotekniikan avulla mallintamalla. Tässä luvussa kerrotaan TVT:n käytön mahdollisuuksista erityisesti kemian opetuksessa.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa [101] mainitaan, että kemian opetuksen tehtävänä on muun muassa auttaa oppilasta ymmärtämään kemian sekä teknologian merkitys koko elinympäristössä ja elämässä. Tavoitteeksi on asetettu, että oppilas oppii käyttämään luonnontieteellisen tiedonhankinnan kannalta tyyppillisiä tutkimusmenetelmiä, joihin kuuluu tieto- ja viestintäteknikka [101]. Teknologiaan liittyvää opetusta ja TVT:n käyttöä siis vaaditaan kemian perusopetuksessa. Tavoitteeksi on asetettu myös, että oppilas oppii käsitteitä ja malleja, jotka kuvaavat aineen rakennetta ja kemiallisia sidoksia. Lisäksi tavoitteena on, että oppilas oppii reaktioyhtälöiden avulla kuvailemaan ja mallintamaan kemiallisia reaktioita. Aineiden rakennetta, kemiallisia sidoksia sekä reaktioita on mahdollista mallintaa tietokoneella molekyylimallinnuksen avulla. Myös lukion opetussuunnitelman perusteissa [100] mainitaan kemian opetuksen tavoitteissa, että tiedonhankinnan ja mallintamisen välineinä opiskelija perehtyy tieto- ja viestintäteknikan mahdollisuuksiin. TVT:n käyttö opetuksessa myös motivoi ja innostaa oppilaita. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa [101] mainitaan opiskelun innostavuudesta luonnontieteiden opiskelussa. Kemian opetuksessa esimerkiksi molekyylimallinnuksen on todettu olevan kiinnostava ja hauska työtapana [66].

3.1 TVT:n käyttäjien määrät kemian opetuksessa

Matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL ry) sekä teollisuuden ja työnantajain keskusliiton (TT) jo vuonna 1996 toteuttamassa tutkimuksessa [89] mainittiin, että tietokoneavusteinen opetus on kemian työtavoista vähän käytetty. Tutkimuksen mukaan kemian opettajista 8 % käytti mittausautomaatiota opetuksessaan usein [3]. Opettajien perusteluita mittausautomaation käytölle olivat esimerkiksi tulosten helppo jatkokäsittely, ajan säästö, vaihtelu, nykyaikaisen tekniikan käyttö, havainnollisuus ja motivoivuus.

Opettajat tarvitsevat täydennyskoulutusta tietotekniikan integroimiseksi kemian opetukseen. Opettajista 90 % kaipasi täydennyskoulutusta [3]. Eniten toivottiin tietoa uusista opetusmenetelmistä, kokeellisesta opetuksesta ja tietotekniikan hyödyntämisestä opetuksessa. Opettajat toivoivat tietoa esimerkiksi mittausohjelmista ja mittausautomaation käytöstä muiden ohjelmien kanssa sekä siitä millaisia opetusohjelmia on saatavilla peruskoulun kemiaan. Lisäksi kaivattiin tietoa valmiista tietopankeista verkossa sekä Internetin ja Excelin hyödyntämisestä opetuksessa.

Kemian opettajien tietotekniikan hyödyntäminen ei ole juurikaan lisääntynyt reilussa kymmenessä vuodessa [4]. Esimerkiksi tietokonemittausmahdollisuuksien ja simulaatioiden käyttö ei ole muuttunut. Vuonna 2008 kemian opettajista 7 % pitää TVT:a tärkeänä kurssien kehittämisalueena [108].

3.2 TVT:n käytön hyödyllisyys kemian opetuksessa

Kemianteollisuus ry:n, opetushallituksen, opetusministeriön, MAOL ry:n ja Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen vuonna 1999 toteuttamassa Kemia tänään -hankkeessa opettajille annettiin mahdollisuus tutustua ajankohtaiseen kemianteollisuuteen ja -tutkimukseen. Hanke toteutti laajan kyselytutkimuksen, jossa selvitettiin kemian opettajien näkemyksiä esimerkiksi tieto- ja viestintätekniikan täydennyskoulutuksesta. Yhtenä hankkeen tavoitteena oli uusien opetusmenetelmien edistäminen kemian opetuksessa. Tutkimuksen mukaan tietotekniikan käyttö on hyödyllistä esimerkiksi kemian opetuksen monipuolistamisessa [3].

Tietotekniikan avulla voidaan esimerkiksi tehdä mittauksia ja malleja, käsitellä ja raportoida tuloksia sekä analysoida tietoa [91]. Perna [108] esittelee Tieto- ja viestintätekniikkaan pohjautuvat oppimisympäristöt ja koulutus kemian oppimisen ja opetuksen tukena -tutkimuksessaan modernin tekniikan mahdollisuuksia

kemian opetuksessa ja oppimisessa. Kemian opetuksen TVT-työkaluina on mahdollista käyttää esimerkiksi animaatioita, käsitekarttoja, molekyylihallinnusta ja videoita. Verkkoa voidaan hyödyntää materiaalien säilytyksessä sekä jakamisessa, ja toimisto-ohjelmia voidaan käyttää havaintojen sekä tulosten tallentamiseen ja käsittelyyn. Kaikkien oppiaineiden opiskelua voidaan tukea opetusohjelmistojen ja oppimisympäristöjen avulla. Visualisointiresurssit, monipuoliset tutkimustyökalut sekä monipuolinen verkon hyödyntäminen ovat nykyaikana parantuneet kehittyvän teknologian johdosta [80].

3.2.1 TVT:n ja kokeellisuuden yhdistäminen

Kokeellisuus on olennaista kemian oppimisessa [28]. TVT:n käyttöä ei tulisi lisätä opetukseen kokeellisuuden kustannuksella. Esimerkiksi tietotekniikan avulla toteutettua molekyylihallinnusta sekä kemian kokeellisuutta yhdistetään harvoin. Opettajat ovat toivoneet siitä koulutusta [5]. Opettajien tiedot ja taidot ovat usein esteenä molekyylihallinnukselle opetuksessa. Ongelmana on taitojen unohtuminen. Opettajat kaipaavat tietojen kertaamista, päivitystä, kannustamista ohjelmien jatkuvaan käyttöön sekä lisää suomenkielistä opetusmateriaalia [108].

Helsingin yliopiston kemian laitoksella aineenopettajaopintojen yhteydessä toteutetussa kehittämistutkimuksessa [108] selvitettiin TVT:n ja kokeellisuuden yhdistämistä. Tutkimuksessa kokeiltiin käsitekarttojen käyttöä CmapTools-ohjelmiston avulla, molekyylihallinnusta Spartan-ohjelmistolla, animaation tekemistä ChemSense Animator -ohjelmistolla ja videoiden hyödyntämistä demonstraatiotyökaluna. Tutkimus osoitti käsitekarttojen olevan hyödyllisiä kokonaisuuden ymmärtämiseen käsitekarakteereita mallinnettaessa. Lisäksi esille tuli mahdollisuus työohjeiden rakentamisesta käsitekartan muotoon. Tietokoneavusteisen molekyylihallinnuksen todettiin olevan hyödyllinen kokeellisen työskentelyn tukena. Opettajat kuitenkin totesivat tietokoneavusteisen molekyylihallinnuksen olevan hankala ottaa käyttöön. Tarvittaisiin enemmän tietoa ja resursseja sekä pienemmät ryhmäkoot. Animaatioiden käyttämisen kokeellisen työskentelyn rinnalla todettiin olevan erittäin hyödyllinen molekyylihallinnuksen tason visualisoinnissa. Opettajat pitivät animaatioiden tekemistä helppona ja motivoivana tapana havainnollistamisessa. Videoiden todettiin toimivan motivoinnissa ja johdatuksessa, mutta ne eivät korvaa kokeellisuutta. Lisäksi omien videoiden tekemisen todettiin vaativan paljon aikaa. Tutkimuksessa innostuttiin mahdollisuudesta jakaa videoita verkossa. [108]

3.3 Mahdollisuudet käyttää TVT:a opetuksessa ovat parantuneet

Mahdollisuus käyttää TVT:a luonnontieteiden opetuksessa on parantunut. Internetistä löytyy nykyään lukuisa määrä sovelluksia, jotka tukevat luonnontieteellisten oppiaineiden opetusta. Nykyaikana varsinkin selainpohjaiset sovellukset ovat yleistyneet. Niiden käytön aloittaminen on perinteisiä asennettavia sovelluksia vaikeammampaa. Asennusta ei tarvitse tehdä, vaan selaimen lisäksi vaaditaan Java-ajoympäristö (JRE) tai Flash-lisäosa, jotka ovat usein valmiiksi asennettu koneelle. Asennettavien ohjelmistojen käytön etu on riippumattomuus verkkoyhteydestä. Selainpohjaisten sovellusten etu sen sijaan on riippumattomuus paikasta ja tietokoneesta edellyttäen, että tietokone on yhteydessä verkkoon.

TVT:n käyttöä luonnontieteiden opetuksessa ollaan kehittämässä. Esimerkiksi vuonna 2011 perustetun Edumol-yhdistyksen tavoitteena on edistää matematiikan ja luonnontieteiden opetusta Suomessa. Yhdistys on toteuttanut verkkoon avoimen luonnontieteiden Edumol-portaalin, johon kehitetään opetussuunnitelmaa noudatettava ja täydentävä videopohjainen oppimisympäristö [25]. Sivustolla on esimerkiksi peruskoulun kemian materiaalia eri aiheisiin tutustumiseen. Edumol sisältää myös opettajille ja opiskelijoille tarkoitetun mallinnusympäristön, jonka avulla voi visualisoida kemian ilmiöitä, tuottaa kuvamateriaalia, eriyttää ja tukea laboratoriotyöskentelyä. Mallinnusympäristö sisältää lukion opetussuunnitelman mukaisia harjoituksia, molekyyllitietokannan sekä linkkejä mallinnukseen, animaatioihin ja simulaatioihin liittyen. Sivuston verkkopohjaisen mallinnussovelluksen avulla voi rakentaa molekyyliä 2D- tai 3D-työkaluilla. Edumol on kehittämässä Moodle-oppimisympäristöön kaikille opettajille avointa ympäristöä, jossa myös tarjotaan opetusta tukevaa materiaalia.

3.3.1 Opetuksen ja oppimisen kehittäminen teknologian avulla

Vuonna 2010 perustettu kansallinen LUMA-neuvottelukunta koordinoi Suomessa LUMA-toimintaa, joka pyrkii lasten ja nuorten oppimisen, opetuksen ja harrastuneisuuden edistämiseen luonnontieteellisissä oppiaineissa, matematiikassa sekä tietotekniikan ja teknologian käytössä. Tavoitteena on innostuksen lisääminen LUMA-aineiden opiskeluun ja opettamiseen. Verkosto myös pyrkii tukemaan LUMA-aineiden ja teknologian alojen opintoihin hakeutumista sekä opettajien työtä ja oppimista. Keinoina ovat muun muassa uusien opetusmenetelmien, -teknologioiden ja oppimisympäristöjen kehittäminen sekä täydennyskoulutusten järjestäminen. [87]

Opettajat pidetään ajan tasalla esimerkiksi LUMA Sanomat -verkkolehden avulla. Sivustolla on materiaalia ala- ja yläkouluun sekä lukioon. TVT:n opetuskäyttöön pyritään rohkaisemaan antamalla vinkkejä esimerkiksi mallintamis- ja visualisointimahdollisuuksista. Sivustolle on koottu myös lukuisia linkkejä ilmaisiin selainpohjaisiin mallintamissovelluksiin sekä verkosta ladattaviin ja asennettaviin ohjelmiin.

3.3.2 Molekyylimallinnus

Ilmiöiden tulkitseminen ja selittäminen mallien sekä mallintamisen avulla on luonteenomaista kemian opetukselle [100]. Esimerkiksi lukion kemian mikromaailman asioiden osalta opiskelijoilta vaaditaan, että he oppivat käyttämään aineen ominaisuuksien päättelyssä erilaisia kemian malleja, taulukoita ja järjestelmiä. Kokeellisten työtapojen lisäksi opiskelijan on opittava erilaisia malleja käyttäen tutkimaan ilmiöitä aineiden rakenteista, ominaisuuksista ja reaktioista sekä ilmiöitä liittyen metalleihin, sähkökemian ja kemialliseen tasapainoon. Molekyyliä mallintaminen tietokoneella tukee kemian opetusta [5] [108]. Se auttaa kehittämään mentaalimalleja, opettamaan ja oppimaan käsitteitä, tutkimaan molekyylirakennetta ja ominaisuuksia, havainnollistamaan kemiallisia ilmiöitä sekä motivoimaan opiskelijoita.

Helsingin yliopiston kemian laitoksen toteuttamassa tapaustutkimuksessa [66] tutkittiin tietokoneavusteisen molekyylimallinnuksen käyttöä kemian opetuksessa. Tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että yhdeksäsluokkalaisista oppilaista suurin osa pitää tietokoneavusteista molekyylimallinnusta kiinnostavana työskentelytapana. Merkittävimpänä syynä oppilaat pitivät vaihtelua kemian opetuksessa. Oppilaat pitivät työskentelytavasta myös tietokoneiden ja mallinnuksen kiinnostavuuden sekä hauskuuden takia.

3.3.3 Käsittekartat

Käsittekarttojen käytöstä on todettu olevan hyötyä kemian opetuksessa [37]. Tietotekniikan käytön on jo sinänsä todettu motivoivan opiskelijoita kemian oppimisessa, mutta käsittekarttojen käyttö parantaa motivaatiota opintoja kohtaan [75] ja keskittymiskykyä esimerkiksi laboratorioissa [128]. Kokeellisuuden yhteydessä käsittekarttojen käyttö auttaa oppijoita oppimaan kokeelliseen työhön liittyvien ilmiöiden käsitteitä, mikä jää usein työskentelyssä taka-alalle [72]. Digitaalisten käsittekarttojen käyttäminen kemian opetuksessa ja oppimisessa voisi nykyään olla hyödyllistä esimerkiksi kannettavien tietokoneiden avulla.

3.3.4 Animaatiot

Pernaan [108] mukaan animaatiot tukevat kokeellista työskentelyä. Niillä saadaan hyvin havainnoitua ilmiöitä pienelläkin tasolla ja näkymättömät ilmiötkin saadaan simuloitua [1]. Internetistä löytyvät ilmaiset animaatiot ovat aiemmin olleet usein laadultaan huonoja, mutta nykyään hyviä animaatioita ja simulaatioita löytyy paljon esimerkiksi Java-appletteina [108]. Niiden käyttö on helppoa, eikä kovin hyvää tietotekniikan osaamista vaadita. Animaatiot tukevat oppimista parhaiten silloin, kun oppilaat pääsevät itse tekemään niitä [146].

Pernaan [108] tutkimuksessa huomattiin omien animaatioiden tekemisen olevan yllättävän helppoa. Schank ja Kozma [121] tutkivat muun muassa, miten ChemSense-ohjelman käyttöä tulisi integroida kemian opetukseen ja millaista tukea opettajat tarvitsevat ohjelman käytössä. Tutkimuksen mukaan opettajat pitävät ohjelmasta. Se auttaa visualisoimaan sekä ymmärtämään kemiallisia käsitteitä helposti ja on helppo käyttää. ChemSense-ohjelman käytön lisäämiseksi opettajat tarvitsevat tukea ja tietoa siitä, miten, milloin ja miksi kannattaisi käyttää ohjelmaa.

Ohjelmaa ei ole saatavilla suomenkielisenä, mikä tuo haastetta oppilaskäyttöön. Ohjelman valikko on englanninkielinen, mutta toiminnot tehdään painikkeilla, joissa on pelkät kuvat. Erityisen hyvää englanninkielen taitoa ei siis tarvita. Normaalien valikon toimintojen lisäksi tarvitaan lähinnä toimintoa, jolla valmis animaatio muutetaan esimerkiksi GIF-muotoon. Pernaan [108] mukaan oppilaat pystyvät tekemään ChemSense-ohjelmalla havainnollisia animaatioita parissa tunnissa.

Animaatioiden tekeminen on opettavaisempaa kuin pelkästään niiden katsominen [146]. Oppimisen kannalta olisi hyvä myös keskustella ryhmässä animoiduista kemian ilmiöistä [73]. Parhaiten animaatioiden myöhempi tarkastelu onnistuu, jos ne ovat verkossa. Videoiksi muutettuja animaatioita voidaan tällöin katsoa missä tahansa tietokoneen, verkkoyhteyden ja videotykin avulla. Yksi mahdollinen TVT:n käytön tapa on animaatioiden tekeminen ChemSense-ohjelmalla ja valmiiden videoiden siirtäminen verkkoon esimerkiksi YouTube-palveluun. Videoiden julkaisemiseen ja esittämiseen verkossa on oltava videon tekijän lupa. Opettaja saa esittää opetuksessaan julkaistuja teoksia, jos teos ei ole elokuvateos. ChemSense-ohjelmalla tehdyt animaatiot eivät ole elokuvateoksia, joten niiden esittäminen opetuksessa on sallittua tekijän luvalla.

4 Pedagoginen tuki

Käsite ”pedagoginen tuki” tarkoittaa tilanteesta riippuen joko opettajille tai oppijoille annettavaa tukea. Yliopisto-opetuksessa sillä tarkoitetaan opettajille annettavaa tukea yliopisto-opetuksen kehittämiseen [49] ja TVT:n yhteydessä opettajille annettavaa tukea TVT:n opetuskäytössä [132]. Lukiossa pedagogisella tuella on tarkoitettu tukea oppimaan oppimisessa, oman oppimistyylin löytämisessä sekä itsetunnon vahvistamisessa oppijana [145]. Erityisopetuksessa käsitteellä on tarkoitettu oppilaille annettavaa erityistä tukea [47]. Tässä tutkimuksessa pedagogisella tuella tarkoitetaan tukea, jota opettaja saa tieto- ja viestintätekniiikan integroimiseksi omaan opetukseensa.

Haaparanta [42] kertoo vuonna 2008 tekemässään tutkimuksessa, että termi ”pedagoginen tuki” ymmärretään usein väärin. Esimerkiksi tietostrategioissa pedagogisella tuella on tarkoitettu opettajille annettavaa teknologian käyttötukea, oppilaille annettavaa tietotekniikan käytön tukea tai opettajan saamaa tukea uuden laitteen tai ohjelman käytössä. Pedagoginen tuki voi siis olla käsitteenä monelle epäselvä [42]. Tieto- ja viestintätekniiikan käyttöön liittyen pedagogisella tuella tarkoitetaan useimmiten kouluissa opettajille annettavaa tukea teknologian opetuskäytössä [42]. Tässä luvussa arvioidaan pedagogisen tuen tarvetta sekä esitellään erilaisia tuen muotoja. Luvussa tarkastellaan myös tahoja, jotka antavat pedagogista tukea sekä kohteita, joihin tukea käytetään.

4.1 Tuen tarve

Ajan puutteen todettiin olevan merkittävä este opettajille tietotekniikan opetuskäytössä (ks. luku 2.3.2). Teknologian käyttöön liittyvät toimenpiteet eivät aina ole opettajille entuudestaan tuttuja ja rutiininomaisia, jolloin esimerkiksi oppituntien valmistelu vaatii moninkertaisesti aikaa verrattuna perinteisiin oppitunteihin. Tässä nousee esille pedagogisen tuen tarve. Oppituntien suunnittelusta suoriudutaan nopeammin kun hyödynnettävänä on pedagogisen tukihenkilön tiedot tietotekniikan opetuskäytössä. Lisäksi aikaa säästyy jatkossa kun opettajien tietotekniset taidot paranevat pedagogisen tuen johdosta ja teknologian käyttöön liittyvät toimenpiteet

tulevat tutummiksi. Tukea tulisi kuitenkin jatkaa silloinkin kun opettajat alkavat tiedostaa paremmin tietotekniikan käytön vaikutukset opetuskäytäntöihinsä [70].

Opettajien riittämättömät tietotekniset taidot ja tietotekniikan käyttöön liittyvät huonot pedagogiset taidot ovat merkittäviä esteitä tietotekniikan opetuskäytölle (ks. luku 2.3.6). Tähän ongelmaan ollaan tartuttu ehdottamalla opettajankoulutuksen ja täydennyskoulutuksen kehittämistä. SITES-tutkimuksen [70] mukaan opettajia kiinnostaa erityisesti TVT:n käytön pedagoginen koulutus. Esteenä koulutukseen osallistumiseen kuitenkin on usein ajan puute. Siksi opettajien taitoa soveltaa tietotekniikka omaan oppiaineeseen ja opetukseen olisikin parannettava pedagogisen tuen avulla. Se on tarkoitettu juuri ideoimaan tietotekniikan käytön mahdollisuuksia opetettavaan aiheeseen. Pedagogisen tuen on kuitenkin todettu olevan usein riittämätöntä. Sen lisääminen voisi siis olla yksi ratkaisu opettajien tietotekniikan pedagogisen käytön huonoihin taitoihin.

Pedagogisen tuen avulla voisi olla mahdollista kehittää myös koulun ulkopuolisten laitteiden hyödyntämistä oppimisessa ja opetuksessa sekä koulussa että kotona. Esimerkiksi mobiililaitteiden hyödyntämisessä on parannettavaa (ks. luku 2.3.3 ja 2.3.5). Ongelmana on usein nähty puute koulun ja kodin tietoteknisistä laitteista. Pedagogisen tuen avulla opettajat voisivat saada vinkkejä oppilaiden omien laitteiden järkevään hyödyntämiseen.

Haaparanta [42] toteaa tutkimuksessaan tuen olevan olennainen asia opettajien opetustapojen muokkaamisessa uudenlaisen oppimisen tukemiseksi. Ilman tukea on vaarana, että opettajat siirtyvät teknologian kokeilun jälkeen takaisin vanhoihin opetustapoihin. Pedagogisen tuen ja koulutuksen tulisikin suuntautua uuden oppimiskäsityksen mukaisten toimintatapojen edistämiseen.

Opetus- ja harjoitteluohjelmistoja hyödynnetään luonnontieteiden opetuksessa vähän mahdollisuuksista huolimatta (ks. luku 2.3.3). Ongelmana on ajan puutteen lisäksi opettajien riittämättömät taidot ohjelmien opetuskäytössä ja tietämättömyys opetukseen sopivista ohjelmista. Franssilan ja Pehkosen [33] Tieto- ja viestintäteknikkaa peruskoulun ja lukion opettajien työssä -tutkimuksen mukaan opettajilla on lieviä vaikeuksia tieto- ja viestintäteknikan kehityksen mukana pysymisessä. Aikaa vievää paneutumista vaativat kehityksen tulkitseminen, olennaisen tunnistaminen sekä toimivien käytäntöjen ja resurssien valitseminen moninaisesta tarjonnasta tietyn oppiaineen opetukseen ja oppimiseen. Opettajien tuen tarve kohdistuu siis myös kehityksen monitorointiin sekä käytäntöjen ja resurssien tulkitsemiseen opetuksen tarpeiden kannalta [33].

4.2 Tukea antava taho

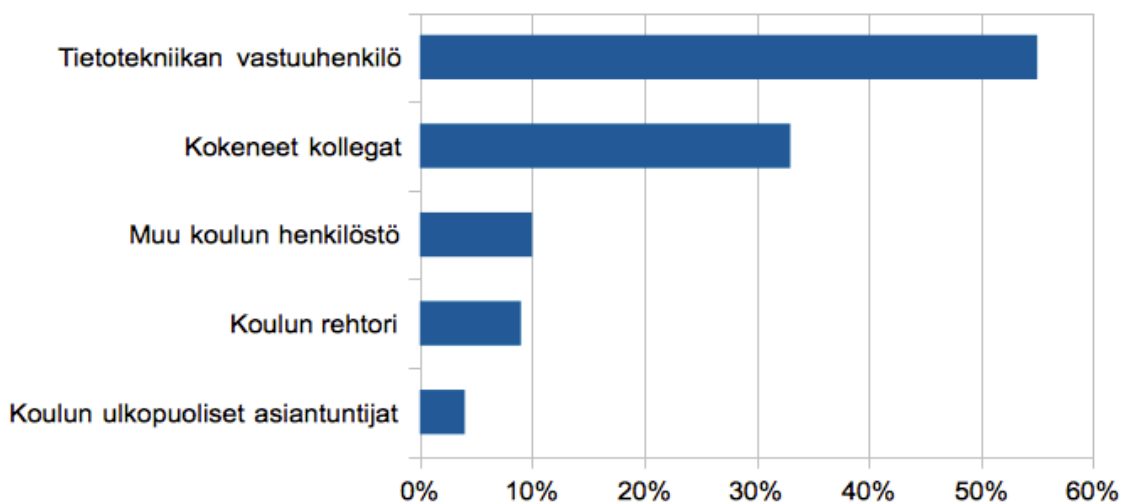
Pedagogista tukea voidaan saada useiden eri tahojen kautta. Yleensä tukea tarjotaan kouluissa tietotekniikkavastaavan tai teknologiaa hyödyntävän opettajan kautta. Koulut muuttuvat teknologisesti kehittyneemmiksi, jolloin tietotekniikkavastaavan työmäärä kasvaa ja aikaa TVT:n opetuskäytön suunnittelemiseen muiden opettajien kanssa jää vähemmän. Teknologiaa hyödyntävillä opettajakollegoilla ei myöskään ole aikaa antaa laajaa pedagogista tukea eri asteilla ja eri sisältöihin liittyen, vaikka he ajoittain antavatkin tärkeitä neuvoja ja esimerkkejä teknologian käytöstä. [53] Kuitenkin, suomalaiskoulujen tietostrategioissa pedagogisen tuen toteutustapana on lähes aina opettajien vertaistuki [42].

Pedagogisen tuen muotona voi olla mentorointi, jolla tarkoitetaan toisilta opettajakollegoilta oppimista. Mentoroinnin avulla opettajat saavat uusia näkökulmia. [6] Sisäistettyään uuden asian hyödyt opetuksessaan, opettaja voi jakaa tietämystään edelleen eteenpäin [14]. Tietokoneavusteinen molekyyylimallinnus kouluopetuksessa -hankkeessa [6] kartoitettiin 21 kemian opettajan lähtötilannetta, tarpeita ja toiveita uudentyypiselle mentorikoulutukselle. Tutkimuksen tulosten mukaan opettajat toivovat tukea erityisesti tietotekniikan pedagogisessa soveltamisessa. Tärkeäksi asiaksi opettajat mainitsivat kollegoiden välisen tukiverkoston.

Perusopetuksen tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön sekä oppilaiden tieto- ja viestintäteknikan perustaitojen kehittämissuunnitelmassa [102] korostetaan toimivan teknisen tuen sekä riittävän pedagogisen tuen olevan keskeinen edellytys TVT:n laajalle opetuskäytölle. Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunnan vuonna 2010 julkaisemassa Tieto- ja viestintäteknikka koulun arjessa -väliraportissa [12] listataan suosituksia toimenpiteistä, jotka tulisi toteuttaa tieto- ja viestintäteknikan käytön kehittämiseksi kouluissa. Heti toisena suosituksena tietoteknisen laitteiston parantamisen jälkeen on koulujen tietoteknisen ja pedagogisen tuen kehittäminen. Pedagogisen tuen osalta raportissa esitetään vertaistukimallin organisoimista tieto- ja viestintäteknikan pedagogisen käytön tueksi koulussa. Raportissa [12] todetaan, että käytön tueksi kouluissa tarvitaan pedagogisia tukihenkilöitä. Tuen lisäämiseksi esitetään tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön osaajien kouluttamista kouluihin opettajien tueksi. Lisäksi vertaistuen hyödyntämistä ehdotetaan pedagogisena tukena. Opettajat voisivat saada apua asiantuntevalta kollegalta TVT:n pedagogisessa käytössä. Opettajat kaipaavat pedagogista tai vertaistukea esimerkiksi mallinnusohjelmien käytössä. Oppiminen kollegalta ja myös oppilailta tulisi mahdollistaa. Lisäksi pedagogisen tuen palkkaus- ja työaika-asiat olisi sovittava.

Toisin kuin Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunnan raportissa [12] suositetaan, Haaparanta [42] kyseenalaistaa vertaistuen toimivuuden TVT:n käytön pedagogisena tukena. Vaikka tuki onkin tarpeellista, opettajakollegat eivät välttämättä ole innokkaita neuvomaan toisiaan opettamisessa. Hyviä vinkkejä voidaan antaa ja kokemuksia jakaa, mutta vertaistuki pedagogisena tukena ei ehkä tuo isoa muutosta TVT:n hyödyntämiseen. Toisaalta Pernaan [108] tutkimuksen mukaan kemian opettajat kaipaavat juuri vertaistukea. He pitävät kollegoiden keskinäistä tukiverkostoa tärkeänä. Vuonna 2006 tehdyn SITES-tutkimuksen [70] mukaan suosituin kanava hankkia TVT:n opetuskäyttöön liittyviä tietoja ja taitoja oli työkaverit. Kouluista 92 %:ssa opettajat oppivat opetusteknologiaan liittyviä taitoja mieluiten kollegoidensa kanssa keskustelemalla ja havainnoimalla. Koulun tietotekniikkavastavaan (89 %) ja opettajien omien epävirallisten kanavien (87 %) kautta osaamista kehitettiin lähes yhtä paljon. Seuraavaksi suosituimmat tavat hankkia tietotekniikkaan liittyviä tietoja ja taitoja olivat erilaiset kurssit, kokoukset ja lehdet.

SITES-tutkimuksessa [70] selvitettiin myös pedagogisen tuen käyttämistä kouluissa. Virallista tai epävirallista teknistä ja pedagogista tukea suomalaiskouluissa annettiin viikossa keskimäärin 9,48 tuntia. Suurimman osan tästä ajasta pedagogisen tuen antamiseen käytti tietotekniikan vastuuhenkilö, joka osallistui yli puoleen (55 %) viikoittain annettavasta tuesta (kuvio 4.1). Kokeneilta kollegoilta opettajat saivat pedagogista tukea yli 30 % viikoittain annetun tuen määrästä (kuvio 4.1).



Kuvio 4.1: TVT:n käytön pedagogista tukea antavat henkilöt ja viikoittain annettavan tuen osuus [70]

Tampereen kaupungin tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön portaali on järjestänyt TVT:n käytön pedagogiseksi tueksi eri toimijoita [130]. Lukiokoulutuksen TVT-strategiassa [130] mainitaan, että verkko-opetuksen koordinaattori tukee lukioiden TVT-strategiatyötä ja TVT:n pedagogisen käytön suunnittelua sekä on mukana täydennyskoulutuksen ja kehittämishankkeiden koordinoinnissa. Toisen asteen verkko-opetuksen suunnittelija tukee verkko-opetuksen suunnittelua ja toteutusta sekä järjestää TVT:n opetuskäyttöä tukevaa koulutusta. Verkkopedagogi kouluttaa ja tukee oppimisympäristöjen käyttöä ja hänet voidaan tilata kouluille ohjaamaan henkilökohtaisesti tai opetusryhmässä. ATK-yhdyshenkilöt ja seudulliset aineopettajien tiimit, jotka muodostavat yhteistyöverkoston, antavat tukea verkko-opetukseen ja opiskeluun liittyen. TVT:n käytön pedagogisen tuen organisoijana lukioille on eVarikko-palvelusivusto, jonka tavoitteena on tulevaisuudessa tukea alueellista ja oppilaitoskohtaista vertaistukitoimintaa käynnistäen, konsultoiden, kehittäen sekä koordinoiden toimintaa. Tampereen perusopetuksen TVT-strategian [131] mukaan pedagogiseksi tueksi on järjestetty verkkopedagogi ja mediapedagogi.

4.3 Tuen muodot ja kohteet

Pedagogista tukea voidaan antaa esimerkiksi vierikoulutuksena [141] ja samanaikaisopetuksena [74]. Vierikoulutuksena annettava tietotekniikan käytön pedagoginen tuki kehittää hyvin opettajien TVT:n opetuskäyttöön liittyviä taitoja, joiden ansiosta tietotekniikan hyödyntäminen jatkossakin on helpompaa. Samanaikaisopetuksessa pedagoginen tuki on opettajan apuna tunnilla, jolloin opettaja oppii esimerkin kautta. Tukea voidaan saada myös näiden yhdistelmänä. Jyväskylän yliopistossa järjestettävällä Tieto- ja viestintätekniiikan pedagogisen käytön tuki (TIES465)-opintojaksolla perehdytään tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäyttöön pedagogisen tuen näkökulmasta. Tavoitteena opintojaksolla on antaa tietotekniikan opettajaksi opiskeleville valmiudet muiden opettajien pedagogisena tukena toimimiseen. Opintojakson osaamistavoitteet kuvaavat pedagogisen tukihenkilön työtä:

- *Opintojakson suoritettuaan opiskelija tunnistaa ja osaa analysoida opettajakollegan tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäyttöön liittyvät tarpeet ja toiveet*
- *Osaa suhteuttaa pedagogisen tuen tarpeen käytäntöön*
- *Osaa ehdottaa opettajakollegalle sopivia toteutusratkaisuja*
- *Osaa suunnitella tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön pedagogisen tuen tarpeen mukaan [64]*

SITES-tutkimuksessa [70] pedagogisen tuen on määritelty olevan toimintoihin liittyvää neuvontaa ja joko henkilöltä tai käyttöoppaista saatavaa opastusta. Tukea on käytetty esimerkiksi erilaisten projektitöiden, tehtävien ja tutkimusten tekemiseen, aineistojen käsittelyyn, laboratoriokokeiden toteuttamiseen sekä simulaatioiden käyttöön.

Helsingin yliopiston kemian opetuksen keskuksen vuosina 2008–2010 koordinoimassa hankkeessa [6] kehitettiin teknistä ja pedagogista tukea kemian opettajille. Osaamista ja tukipalveluja kehitettiin kouluttamalla mentoriopettajia molekyyli-mallinnuksen hyödyntämiseen opetuksessa. Tutkimuksen tulosten mukaan kemian opettajat tarvitsevat esimerkkejä molekyyli-mallinnuksen käytöstä kemian eri aihepiirien opettamisessa.

Franssilan ja Pehkosen [33] tekemän Tieto- ja viestintätekniikka peruskoulun ja lukion opettajien työssä -tutkimuksen mukaan opettajat toivovat nykyiseen verrattuna enemmän pedagogiselta tuelta. Tarkastelun alle tulisi ottaa pedagoginen koulutus ja tuki. Opettajat toivovat myös esimerkiksi itseopiskelun tukea ja materiaali-pankkeja. Tukea toivotaan myös erilaisten ohjelmien, kuten mallinnusohjelmien käyttöön [108]. Tutkimuksessa tulee myös ilmi, että koulutuksen ja tuen laatua kyseenalaistetaan. Haaparannan [42] tutkimuksen mukaan opettajien koulutuksessa huomioidaan tekniset taidot huomattavasti useammin kuin tietotekniikan pedagoginen koulutus. Myös tietostrategioissa tekninen tuki huomioidaan pedagogista tukea useammin. Tietostrategioissa painotetaan pedagogisen tuen saamisen nopeutta. Haaparanta [42] kuitenkin kyseenalaistaa nopean pedagogisen tuen tarpeen. Opetus tulisi suunnitella pitkäjänteisemmin, eikä pedagogisia ratkaisuja voi tehdä oppitunnin alkaessa.

Pedagogista tukea annetaan kouluissa eniten erilaisten pienten projektitöiden tekemiseen (kuvio 4.2) [70]. Kouluista 40 %:ssa annetaan tukea pienten projektitöiden tekemiseen ja yli 30 %:ssa kouluista pedagogista tukea annetaan mediatuotantoprojektien tekemiseen, kuten verkkosivujen laadintaan. Hieman alle 30 % kouluista tarjoaa tukea verkon välityksellä tapahtuvaan yhteistoimintaan. Laajempiin projekteihin, kenttätutkimusten tekemiseen sekä avoimien tieteellisten tutkimusten tekemiseen pedagogista tukea annetaan noin joka neljännessä tai sitä harvemmassa koulussa.



Kuvio 4.2: Toiminnat, joihin TVT:n käytön pedagogista tukea annetaan. Vähintään melko paljon annetun pedagogisen tuen osuus. [70]

4.3.1 Samanaikaisopetus

Samanaikaisopetuksen tarkoituksena on pyrkiä kaikkia oppilaita hyödyttäviin opetuskäytäntöihin. Lisäksi sen ansiosta tukea tarvitsevilla oppilailla on paremmat mahdollisuudet integroitua yleisopetukseen. Samanaikaisopetus voi tarkoittaa monenlaisia opetustapoja. Se tarkoittaa kahden opettajan vuorovaikutuksellista, yhteisvastuullista ja samassa tilassa tapahtuvaa opetusta. Samanaikaisopetuksessa opetuksen suunnitteluun, toteutukseen ja oppilaiden arviointiin liittyvät päätökset tehdään yhdessä. [105] Opetustilanteissa välittyy myös hiljainen tieto opettajalta toiselle, mikä on erityisen tärkeää tietotekniikan käytön pedagogisen tuen kannalta. Pedagogisen tuen avulla pyritään auttamaan opettajaa siten, että hän kehittyy tietotekniikan hyödyntämisessä ja kykenee integroimaan tietotekniikkaa opetukseen ja oppimiseen omatoimisesti. Samanaikaisopetus mahdollistaa hyvin tietotekniikan opetuskäyttöön liittyvien tietojen välittymisen. Mentorin, konsultin tai avustajan antamaa tukea ei kuitenkaan pidetä samanaikaisopetuksena [105]. Tasavertaisilla opettajilla on oltava yhteinen opetusvastuu.

Samanaikaisopetuksen hyötynä on vertaistuki, jota on mahdollisuus saada jatkuvasti [105]. Pedagogisen tuen kannalta olennaista samanaikaisopetuksessa on interaktiivinen opetusympäristö ja dialogi opettajien välillä, joiden ansiosta opettajilla on hyvä mahdollisuus oppia. Asiantuntijuutta lisäävänä tekijänä olisi nähtävä erilaiset tieto- ja taitopohjat, jotka samanaikaisopetuksessa tulevat esille [105]. Tällaisena voidaan nähdä tietotekniikan pedagogisen käytön tiedot ja taidot. Tietotekni-

kan integrointi voidaan toteuttaa yhdessä esimerkiksi tietotekniikan aineenopettajan kanssa [96]. Hän voi toimia pedagogisena tukena integroinnin suunnittelussa ja toteutuksessa [27].

Cook ja Friend [23] ovat jakaneet samanaikaisopetuksen muodot kuuteen eri kategoriaan (kuvio 4.3). Samat opetuksen muodot voivat sopia hyvin myös oppitunneille, jossa hyödynnetään tietotekniikkaa.

Opetusmuoto	Kuvaus	Huomioitavaa
Opettaja/avustaja	Toinen toimii opettajan, toinen avustajan roolissa	Roolien säännöllinen vaihtaminen
Asemaopetus	Opettajat opettavat oppilaita erilaisilla tehtävapistellä	Opettajat suunnittelevat asematyöskentelyn yhdessä
Tasoryhmäopetus	Toinen opettaa heikkoja, toinen hyviä oppilaita	Liiallinen käyttö johtaa oppilaiden leimautumiseen
Ryhmäopetus	Molemmat opettavat taidoiltaan heterogeenisiä ryhmiä	Jatkuva käyttö vaarantaa samanaikaisopetuksen idean
Ritaripöydät	Tukiopetus pienryhmässä	
Yhteisopetus	Toinen opettaa, toinen tarkentaa tai selventää	Roolien säännöllinen vaihtaminen

Kuvio 4.3: Samanaikaisopetuksen muodot. [105]

4.3.2 Vierikoulutus

Vierikoulutuksena annettavassa tietotekniikan koulutuksessa on tarkoitus neuvoa koulutettavaa henkilökohtaisesti tietotekniikan hyödyntämisessä omassa työssään. Vierikoulutuksessa huomioidaan koulutettavan tiedot ja taidot, joiden perusteella koulutettavaa opastetaan tietotekniikan käytössä. Esimerkiksi Jyväskylän yliopiston tietotekniikan tutkimusinstituutissa (TITU) yhtenä yritysten tietotekniikan ja liiketoimintavalmiuksien kehittämistapana käytettiin opiskelijan tarjoamaa vierikoulutusta, joka toteutettiin osana työssäoppimista. Yrityksissä vierikoulutus koettiin hyödyllisenä [83]. Vastaavaa koulutuksen muotoa voidaan käyttää myös pedagogisen tuen antamisessa.

Vierikoulutuksen on todettu olevan toimivaa myös opettajilla [85]. Esimerkiksi verkko-opetustaitoja kehitettäessä vierikoulutus antaa hyvän yleiskuvan eri opetustapojen mahdollisuuksista. TVT:n opetuskäytön vierikoulutuksessa kehitetään

henkilökohtaisesti opettajan tietotekniikan käytön taitoja ottaen huomioon opettajan esitiedot, oppiaine ja erityiskysymykset [85]. TVT:n opetuskäytön vierikoulutus vastaa TVT:n opetuskäytön pedagogista tukea. Pedagogiseen tukeen voi kuulua lisäksi samanaikaisopetuksen kaltainen opetusmuoto.

5 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa kerrotaan tutkimuksen tarkoituksesta ja esitellään tutkimusongelmaa. Luvussa esitellään myös tutkimusmenetelmä ja perusteluita sen valinnalle sekä kerrotaan aineistonkeruusta, tutkimuksen vaiheista ja tutkimusjoukosta.

5.1 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Tietotekniikka tarjoaa perinteisiin opetusmenetelmiin nähden uusia tapoja opettaa kemiaa (ks. luku 3.3). TVT:n käytöstä kemian opetuksessa on todettu olevan hyötyä (ks. luku 3.2). TVT:n käyttö kemian opetuksessa ei kuitenkaan ole merkittävästi yleistynyt. Yhtenä merkittävänä ongelmana on pedagogisen tuen puute (ks. luku 4.1). Toimenpiteisiin ongelman ratkaisemiseksi ollaan ryhtymässä. Esimerkiksi Arjen tietoyhteiskunnan suunnitelmassa [10] on esitetty yleisiä toimenpiteitä pedagogisen tuen kehittämiseksi. Tässä tutkimuksessa syvennyttään tarkemmin kemian opettajien tarpeisiin pedagogisen tuen osalta. Tavoitteena on selvittää, mitä kemian opettajat toivovat pedagogiselta tuelta ja miten pedagoginen tuki vaikuttaa tietotekniikan käyttöön kemian opetuksessa. Näihin haetaan vastausta seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

1. Minkälaista pedagogista tukea kemian opettajat tarvitsevat tietotekniikan opetuskäytössä?
2. Miten opettajat kokevat pedagogisen tuen vaikuttavan omaan opetukseensa?
 - (a) Miten opettajat kokevat taitonsa soveltaa tietotekniikkaa oppiaineensa opetukseen kehittyvän pedagogisen tuen johdosta?
 - (b) Miten opettajat kokevat tietoteknisten taitojensa kehittyvän pedagogisen tuen johdosta?

5.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää pedagogisen tuen merkitystä kemian opetuksessa. Tutkimusta suunniteltaessa toimintatutkimuksen todettiin olevan tässä ta-

pauksessa sopivin tapa tutkia pedagogisen tuen merkitystä. Toimintatutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa käytännön kehittämiseksi ihmisten toiminnan avulla [43]. Yleensä toimintatutkimuksiin liittyvissä kehittämissuunnitelmissa on tapana suunnitella ja kokeilla uusia käytäntöjä [43]. Tässä tutkimuksessa tarkoituksena on tuottaa tietoa suunnittelemalla ja toteuttamalla pedagoginen tuki kemian tunnille ja analysoimalla uuden toimintatavan toimivuutta kokemuksen, havainnointien sekä haastattelujen perusteella.

Toimintatutkimuksessa tutkija itse on mukana toiminnassa aktiivisena vaikuttajana pyrkimättä olemaan ulkopuolinen tai neutraali. Tutkijan tehtävänä on rohkaista ihmisiä uusien käytäntöjen kokeilemisessa. Perinteisesti tutkija pyrkii aineiston hankinnassaan ulkopuoliseen näkökulmaan. Toimintatutkimuksessa sen sijaan tutkijan oma kokemus on osa aineistoa. Omia havaintoja ja kokemuksia käytetään tutkimusmateriaalina. [44]

TVT:n opetuskäytön tutkimisessa käytetään usein kehittämistutkimusta, design-tutkimusta, jossa toiminta perustuu uuden toimintamallin tai tuotteen suunnitteluun [44]. Tutkimustavassa otetaan huomioon käyttäjät, ja toimintaa tutkitaan sekä kehitetään samanaikaisesti. Tässä tutkimuksessa erityisesti pedagogisen tuen suunnitteluvaihe on kehittämistutkimusta muistuttava prosessi. Tutkija suunnittelee toimintaa, eli pedagogista tukea sekä tulevaa opetustilannetta, yhteistyössä opettajien kanssa. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on toteuttaa toimiva tuote painottaen suunnittelua [44]. Toimintatutkimuksessa sen sijaan tavoitteena on yhteisön sosiaalisen prosessin huomioiminen korostaen syklisyyttä, reflektiota ja arviointia [44]. Vaikka tässä tutkimuksessa tarkoituksena ei ole tuotteen tekeminen, sellaisena voidaan kuitenkin pitää tutkimuksen aikana syntyvää pedagogisen tuen suunnitelmaa.

5.2.1 Toimintatutkimus käytäntöjen kehittämisessä

Toimintatutkimus voi käsittää monenlaisia lähestymistapoja, mutta yhteistä niillä kaikilla on tarkoitus luoda uutta hyödyllistä tietoa parempien käytäntöjen kehittämiseksi. Sen toteutustavat voivat vaihdella paljon, mutta kaikille tavoille on kuitenkin luonteenomaista yhteistyö toimijoiden kanssa koulutusaloittain. [113] Organisaatorinen kehittäminen, uudistaminen ja jatkuva käytäntöjen parantaminen sekä yhteisön kehittäminen ovat olleet toimintatutkimuksen aihepiirejä menetelmän alkua ajoista saakka [24]. Aiemmissä toimintatutkimuksissa on huomattu lopputuloksen onnistumisen kannalta tärkeäksi, että jäsenten osallistuminen on tärkeää organisaation tai yhteisön kehittämisessä [112].

Toimintatutkimuksella on kolme erilaista lähestymistapaa [54]. Teknisellä yhteistyöhön perustuvalla menetelmällä tutkija testaa interventiota, joka perustuu ennalta määritellyyn viitekehukseen. Tarkoituksena on selvittää, voidaanko interventiota soveltaa konkreettisesti ympäristössä. Lähestymistapa johtaa tehokkaaseen ja välittömään käytäntöjen muutokseen. Menetelmä perustuu deduktioon. Sen tutkimustuloksena tulee ennakoivaa tietoa ja tavoitteena on olemassa olevan teorian validoiminen ja hienosäätäminen. Keskinäiseen yhteistyöhön perustuvalla lähestymistavalla tutkija pyrkii tutkimukseen osallistujien kanssa tunnistamaan mahdolliset ongelmat, niiden syyt ja toimenpiteet. Osallistujat saavat uutta ymmärrystä toimintatapoihinsa ja toteutetut muutokset ovat yleensä kestävämpiä kuin pelkästään muutoksen aiheuttama välitön innostus. Menetelmässä henkilöt ovat suoraan kytköksissä muutosprosessiin ja näin ollen interventio voi jäädä lyhytaikaiseksi, kun osallistujat jäävät pois systeemistä tai uusia tulee tilalle. Edistämislähestymistapaa käyttäessä tutkija pyrkii kahteen tavoitteeseen. Tarkoituksena on ensinnäkin lähentää osallistujien erityisessä ympäristössä kohtaamia todellisia ongelmia sekä teoriaa, jolla on pyritty selittämään ja ratkaisemaan nämä ongelmat. Toisena tavoitteena on auttaa osallistujia tunnistamaan ja selventämään perusongelmia lisäämällä heidän kollektiivista tietoisuuttaan. Toimintatutkimuksen lähestymistavoista tämä tutkimus muistuttaa eniten keskinäiseen yhteistyöhön perustuvaa menetelmää ja edistämislähestymistapaa.

Tutkimusmenetelmää on kritisoitu siitä, että se ei ole ”oikea” tutkimusmenetelmä, eikä tuota tietoa, joka on yleistettävissä erityisen kontekstin ulkopuolelle. Sen tarkoituksena onkin kehittää käytäntöjä tosielämän tilanteissa. Toimintatutkimuksella ei ole tarkoitus tuottaa ratkaisua kaikkiin käytäntöön liittyviin ongelmiin. Se voi olla joskus epämääräinen, arvaamaton ja epämukava tutkimusmuoto, mutta tarjoaa kuitenkin myös tutkijalle mahdollisuuden oppia uusilla tavoilla. Toimintatutkimus on tehokas tutkimusmuoto. Tutkijat tulevat reflektiivisemmiksi käytäntöjään kohtaan, saavat luottamusta kykyihinsä ja muuttavat tutkimiaan käytäntöjä hyödyksi toisille [151], mikä on erityisen tärkeää pedagogisen tuen kannalta. Prosessin aikana tehdään yhteistyötä ja jaetaan näkemyksiä sekä resursseja työn etenemiseksi. Toimintatutkimus on tehokas oppimiskokemus, joka auttaa kehittymään mielekkään, aktiivisen ja reflektiivisen prosessin avulla [151].

Tutkimusmenetelmä perustuu invertioon [43]. Pyrkimällä muuttamaan jotain, voidaan päästä ymmärrykseen ja saada esimerkiksi tiedostamattomat toimintatavat näkyviin. Tässä tutkimuksessa voidaan saada invertion tapaisesti tutkimustuloksia,

jotka kertovat pedagogisen tuen merkityksestä. Toimintatutkimuksen tarkoituksena on yhdistää teoria ja käytäntö sekä tuottaa sovellettavia tutkimustuloksia [43]. Monien toimintatutkijoiden mielestä tavallisten ihmisten tulisi olla mukana tutkimuksessa ja tekemässä päätöksiä heitä koskevista asioista. Tässä tutkimuksessa opettajat osallistuivat tutkimukseen ja päätöksentekoon olemalla mukana pedagogisen tuen suunnittelussa. Toimintatutkimuksen vaiheita tarkastellaan reflektiivisesti tutkijan, tässä tutkimuksessa pedagogisen tukihenkilön näkökulmasta.

Toimintatutkimus on joustava tutkimusmenetelmä [77]. Tutkimusta voidaan tehdä erityisissä yhteyksissä ja tilanteissa, jossa tutkija voi itse olla osallistujana. Tutkimuksen aikana tehdään jatkuvaa arviointia, jonka mukaan kesken tutkimusprosessin voidaan tehdä muutoksia. Tutkimuksen teoria ei aina noudata aiemmin muotoiltua teoriaa, vaan esiin saattaa nousta eri asioita, ja tutkimuksen tulokset voivat jäädä avoimiksi. Tutkimusmenetelmän joustavuuden vuoksi tutkijan on ennen tutkimusta määriteltävä tarkasti tutkimuksen parametrit. Myös eettisten seikkojen huomioiminen on erityisen tärkeää.

5.2.2 Toimintatutkimus kouluympäristössä

Toimintatutkimuksessa opettajat tulevat tietoisemmiksi koulutuksen prosessista ja mahdollisuuksista koko koulussa [93]. Johnsonin [63] mukaan opettajien lähteminen mukaan toimintatutkimukseen parantaa heidän ymmärtämystään, menetelmiään ja lähestymistapojaan opetusprosessissa. Menetelmä on suora tapa parantaa opetusta ja oppimista. Se voi muuttaa sosiaalista systeemiä kouluissa ja muissa koulutusorganisaatioissa siten, että sekä opettajat että oppilaat odottavat ja tukevat jatkuvaa formaalia oppimista [16]. Toimintatutkimus kehittää opettajien taitojen lisäksi oppilaiden oppimista vahvistamalla ja muuttamalla käsityksiä, jotka perustuvat epäviralliseen tietoon ja havainnointiin, joka ei ole järjestelmällistä [31].

Aikaisemmissa tutkimuksissa opettajien taitojen on todettu kehittyvän toimintatutkimuksen aikana. Opettajat alkavat kiinnittää enemmän huomiota käytäntöihinsä ja saavat itsevarmuutta, luottavat enemmän kykyihinsä, ovat aktiivisempia ja kommunikoivat enemmän vertaistensa kanssa [50]. Toimintatutkimuksen aikana opettajat voivat saada uusia taitoja ja aiemmat taidot voivat vahvistua [50]. Tässä tutkimuksessa opettajilla oli mahdollisuus kehittää taitoja kokeilemalla uusia menetelmiä opettaa kemiaa tietotekniikan avulla.

Koulun kontekstissa toimintatutkimuksen eri tyypit voidaan jaotella esimerkiksi sen laajuuden mukaan [31]. Tutkimus voidaan kohdistaa yksittäisen opettajan käy-

täntöjen kehittämiseen luokkahuoneessa, jolloin voidaan pyrkiä etsimään ratkaisua esimerkiksi luokkahuoneen hallintaan tai materiaalien käyttöön liittyviin ongelmiin. Yhteisöllisellä toimintatutkimuksella voidaan pyrkiä yhdessä useamman opettajan kanssa ratkaisemaan ongelmia, jotka liittyvät esimerkiksi useampaan luokkahuoneeseen. Koulun laajuisella toimintatutkimuksella keskitytään kehittämään koulun yhteistä toimintaa, joka voi liittyä esimerkiksi vanhempien ja koulun väliseen toimintaan. Tässä tutkimuksessa keskitytään kehittämään sekä yksittäisen henkilön että pienen opettajaryhmän käytäntöjä. Yksittäisinä henkilöinä ovat tietotekniikan käytön pedagogisen tuen antaja sekä tuen saaja. Tutkimus kehittää myös yhteisöllisiä käytäntöjä antamalla kaikille saman oppiaineen opettajille vinkkejä ja mahdollisuuden hyödyntää yhden opettajan kanssa käyttöön otettua teknologiaa.

Toimintatutkimuksen avulla on mahdollista saada ratkaisuja tosielämän ongelmiin yhdistämällä teoria ja käytäntö [50]. Pedagogiseen tukeen liittyen ongelmana voivat olla esimerkiksi opettajien asenteet ja tietotekniset taidot. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään opettajien kokemuksen kautta, minkälaista pedagogista tukea he tarvitsevat ja mitä ongelmia pedagogisen tuen prosessissa voi esiintyä. Opetuksen ja oppimisen kehittämisessä palautteen huomioiminen on toimintatutkimuksen aikana tärkeää toiminnan kehittämiseksi [50]. Tämän tutkimuksen aineisto perustuu opettajien kokemukseen, joten palautteen huomioiminen on tärkeää prosessin syklien aikana.

Tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään toimintatutkijan eli pedagogisen tukihenkilön toimintatapoja. Kehittämiskohteiden selvittämiseksi oli järjestettävä pedagogisen tuen projekteja. Toimintatutkimuksen syklit muodostuvat tässä tutkimuksessa eri opettajien kanssa toteutetuista pedagogisen tuen projekteista. Opettajien tietotekniikan käytön pedagogisten taitojen kehittyminen ja positiiviset kokemukset projektien aikana ovat merkkejä pedagogisen tuen onnistumisesta. Pedagogisen tukihenkilön toimintatapojen kehittäminen vaatii siis myös opettajan toimintatapojen kehittämistä. Tutkimus toteutettiin osallistavana toimintatutkimuksena, jonka aikana tutkija itse toimi pedagogisena tukena. Pedagoginen tukihenkilö toimi tutkimuksen aikana myös opettajana opettamalla osan asioista ja olemalla mukana opetustilanteissa.

Tutkimukseen otettiin neljä opettajaa ja oppilasryhmää, joiden kanssa varsinainen opetustilanne tapahtui. Opettajien kanssa valittiin kemian opetukseen sopiva tietokoneohjelma, jonka jälkeen laadittiin tietotekniikan pedagogisen käytön suunnitelma. Ennen varsinaista opetustilannetta tukihenkilö opasti tarpeen mukaan opet-

tajia tietotekniikan pedagogisessa käytössä sekä ohjelman käytössä. Pedagogisen tuen vaikutuksia selvitettiin havainnoimalla luokkatilanteessa, miten sovelluksen käyttö toimii opetuksessa ja mitä sen käyttö tuo opetukseen. Lisäksi opetustilanteen jälkeen haastateltiin opettajia.

Pedagogisen tuen merkitystä olisi voitu selvittää myös ainoastaan haastatteleamalla. Todennäköistä kuitenkin oli, että opettajien aiemmat kokemukset pedagogisen tuen saamisesta olivat erilaisia. Mahdollisena pidettiin myös sitä, ettei kaikilla tutkimukseen osallistuvilla opettajilla ollut kokemusta pedagogisen tuen saamisesta. Pedagogisen tuen merkityksen selvittäminen perustuu tässä tutkimuksessa kokemukseen. On siis tärkeää, että jokainen opettaja sai pedagogista tukea.

5.3 Aineistonkeruu

Tutkimuksen aineistonkeruumenetelmäksi valittiin havainnointi ja haastattelu. Lisäksi aineistoon kuuluu opetusprojektien materiaali esimerkiksi tuntisuunnitelmat (liitteet 1-4). Erilaisten tiedonkeräysmenetelmien yhdistäminen, menetelmätriangulaatio, tarjoaa mahdollisuuden tarkastella asiaa monelta kannalta ja eri tavoilla [81]. Tässä tutkimuksessa pedagogisen tuen merkitystä voidaan selvittää sekä havainnoissa että haastatteluissa ilmi tulleiden asioiden perusteella tutkijan ja tutkittavan kannalta.

Havainnoinnin muodoista tässä tutkimuksessa käytettiin aktiivista osallistuvaa havainnointia, jossa tutkija vaikuttaa aktiivisesti tutkittavaan ilmiöön [8]. Havainnointimuodossa tutkija toimii samalla sekä osallisena että ulkopuolisena [81]. Osallistumisen aste vaihtelee ulkopuolisena tarkkailijana olemisesta toiminnan keskipisteessä toimimiseen [55]. Tutkija voi tehdä muistiinpanot kenttätilanteessa sekä toimintaan osallistuttaessa myös jälkikäteen. Tässä tutkimuksessa havainnointiaineistoa kertyi sekä kenttätutkimuksen aikana kirjoitetuista huomioista että jälkikäteen tehdyistä muistiinpanoista. Aineistona käytettiin myös sähköpostiviestejä. Havainnointiaineisto on tärkeä tarkasteltaessa annetun pedagogisen tuen toimivuutta todellisessa tilanteessa.

Toimintatutkimuksessa haastattelu toimii hyvin antaen mahdollisuuden kenttätutkimuksen aikana syntyneiden havaintojen selventämiseen ja syventämiseen [55]. Havaintojen selventämiseen ja syventämiseen tutkimusongelman kannalta haettiin tässä tutkimuksessa vastauksia toimintatutkimuksissa yleisen teemahaastattelun avulla. Haastattelumuodolle on luonteenomaista, että se etenee tarkkojen, valmiiksi muo-

toiltujen kysymysten sijasta väljemmin suunniteltujen teemojen avulla [117]. Vaikka kaikkien haastateltavien kanssa pyritään keskustelemaan samoista teemoista, ne voidaan käsitellä joustavasti ilman tiettyä järjestystä [51]. Teemoista ei tarvitse keskustella samassa laajuudessa jokaisen haastateltavan kanssa, vaan asioista voidaan keskustella vapaasti [117]. Haastattelun runko (liite 5) muodostui teoriataustassa esille tulleista aiheista sekä kenttätöissä olennaisiksi havaituista teemoista.

5.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusaiheeseen liittyvään teoriaan tutustuminen alkoi syksyllä 2009. Tuolloin tutustuttiin melko yleisellä tasolla mahdollisuuksiin hyödyntää tietotekniikkaa luonnontieteiden opetuksessa. Tutustumisen aikana huomiota herätti erityisesti esteet, jotka vaikuttavat tietotekniikan hyödyntämiseen luonnontieteiden opetuksessa. Kevään 2010 aikana valmistui katsaus, jossa esiteltiin yleisellä tasolla ongelmia ja mahdollisia ratkaisuja TVT:n käytölle luonnontieteiden opetuksessa. Katsausta laajentaen tuotettiin tämän tutkimuksen teoriatausta syksystä 2011 alkaen. Samalla perehdyttiin mahdollisimman laajasti TVT:n käytön mahdollisuuksiin kemian opetuksessa.

Tutkimuksen empiirinen osuus suunniteltiin toteutettavaksi kevään 2012 aikana, jolloin aloitettiin selvittämään pedagogisen tuen merkitystä TVT:n hyödyntämisessä kemian opetuksessa. Tutkimus lähti käyntiin hankkimalla tutkimusjoukko. Lähtökohtana oli, että tutkimukseen otetaan neljä yläkoulun kemian opettajaa.

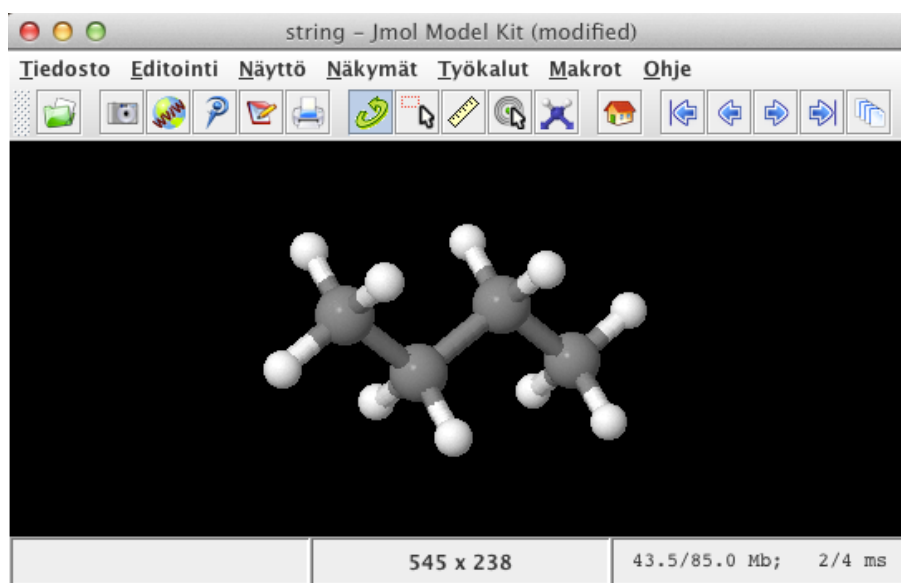
Tutkimus toteutettiin kahdella keskisuomalaisella koululla, joista kummastakin osallistui kaksi opettajaa. Varsinainen tutkimus alkoi vierailemalla kouluilla ja tutustumalla koulujen resursseihin TVT:n osalta. Molemmissa kouluissa oli ATK-luokka, joissa opettajalla oli käytettävissä tietokone ja dataprojektori. Tässä luvussa kerrotaan opettajien kanssa toteutetuista pedagogisen tuen projekteista, jotka muodostavat toimintatutkimuksen syklit.

5.4.1 Ensimmäisen ja toisen syklin suunnitteluvaihe

Pedagogisen tuen antaminen alkoi koulussa 1 tutustumalla opettajien kanssa kemian opetuksessa meneillään oleviin aiheisiin ja kysymällä opettajien toiveita. Opettajille esiteltiin tietoteknisiä mahdollisuuksia, joita olivat kuvankäsittelyn ja käsittekarttojen hyödyntäminen, toimisto-ohjelmien hyödyntäminen, tulosten käsittely

ja analysointi laskennan ja kuvaajien avulla, animaatioiden tekeminen, molekyyli-mallinnus, sovellus jaksollisesta järjestelmästä, verkkopalveluiden hyödyntäminen sekä erilaiset sovellukset esimerkiksi ristosana- ja sanahakutehtävien tekemiseksi. Edellä mainituista tietoteknisistä mahdollisuuksista opettajien kiinnostusta herättivät molekyyli-mallinnus, animaation tekeminen molekyyleistä, käsitekarttaohjelmat, toimisto-ohjelmista esitysohjelma, ohjelma jaksollisesta järjestelmästä sekä verkon hyödyntäminen. Kemian opetuksessa meneillä olevaan aiheeseen parhaiten todettiin sopivan molekyyli-mallinnus ja animaatioiden tekeminen molekyyleistä. Näistä opettajat toivoivat pedagogista tukea molekyyli-mallinnuksesta.

Molekyyli-mallinnusohjelmista tukihenkilö esitteli ilmaiset, tietokoneille ladattavat ArgusLab, ChemSketch sekä Jmol-ohjelmat ja selainpohjaisista mallinnusohjelmista ChemDoodle sekä Edumol-mallinnusympäristössä toimiva Jmol-ohjelma. Mallinnusohjelmista päädyttiin käyttämään Jmolin koneelle ladattavaa versiota (kuvio 5.1). Ohjelma on käyttöjärjestelmästä riippumaton Java-ohjelma, eikä sitä tarvitse varsinaisesti asentaa koneelle, vaan sen voi käynnistää suoraan esimerkiksi muistitikulta.



Kuvio 5.1: Jmol-ohjelma

Hyödynnettävän tietotekniikan valitsemisen jälkeen mietittiin ohjelman käyttöä opitunnilla. Vaihtoehtoina olivat Jmol-ohjelman käyttäminen havainnollistamiseen pelkästään opettajan osalta ja ohjelman käyttäminen molekyylien rakenteluun myös oppilaiden osalta. Ohjelman helppokäyttöisyyden vuoksi opettajat halusivat, että

pelkän esimerkin näyttämisen lisäksi oppilaat pääsisivät itse rakentelemaan molekyyliä. Opettajien kanssa sovittiin, että oppilaat rakentavat määrättyjä molekyyliä ja tallentavat ne koulun verkkolevylle kuvina. Näin opettaja tietää mitä oppilaat ovat saaneet aikaiseksi ja kuvia voidaan myöhemmin tarkastella yhdessä. Pedagogisena tavoitteena opettajien osalta oli, että opettajat saavat konkreettisen esimerkin Jmol-ohjelman hyödyntämisestä kemian opetuksessa ja tulevat käyttämään jatkossakin Jmolia molekyylien opettamiseen.

Jmol-ohjelman tärkeimmistä toiminnoista, joita tarvitaan molekyylin rakentamiseen ja kuvan tallentamiseen, pedagoginen tukihenkilö teki ruudunkaappausvideot. Videoiden jakamisessa hyödynnettiin YouTube-palvelua, ja ne ladattiin palveluun piilotettuina, jolloin kaikki, jotka tietävät linkit, voivat katsella niitä. Videoiden avulla opettajat pääsevät tutustumaan molekyylin rakentamiseen missä tahansa. Videoiden tekemisen perimmäinen syy oli opetustilanteita edeltävään viikkoon osunut loma, jolloin tukea oli mahdollista antaa ainoastaan etätukena. YouTube valikoitui julkaisukanavaksi sen suosion ja tuttuuden vuoksi. Useimmilla tietokoneilla on todennäköisesti katsottu YouTube-videoita, jolloin videoiden toimivuus on melko varmaa.

Oppitunnin kulusta (liite 1 ja liite 2) sovittiin opettajien kanssa sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Vaikka Jmol-ohjelma on helppokäyttöinen ja nopeasti opittava, opettajat halusivat pedagogisen tukihenkilön mukaan oppitunnille ohjelman toimintojen esittelyvaiheeseen sekä opastamaan oppilaita myös henkilökohtaisesti.

Oppituntien aiheena oli hiilivetyjen mallintaminen ja tavoitteena oli, että jokainen oppilas saa mallinnettua muutaman molekyylin, jotka tallennetaan kuvina koulun verkkolevylle. Sisällöllisenä tavoitteena oli, että oppilas kertaa hiilivetyjen rakennekaavoja, saa oikean käsityksen hiilivetyjen rakenteesta kolmiulotteisten mallien avulla ja oppii muodostamaan mielikuvan kolmiulotteisesta molekyylistä rakennekaavan perusteella. Oppilaiden tietotekniset taidot ovat hyvin eritasoisia, joten tehtävien suunnittelussa on aina muistettava eriyttäminen. Tehtävänantojen on oltava riittävän yksiselitteisiä, ja tehtävissä tulisi olla riittävästi haastetta nopeasti työskenteleville oppilaille.

Tutkimuksen etenemisen kannalta opettajien ja TVT-vastaavien kanssa sovittiin, että tutkija auttaa Jmol-ohjelman lataamisessa ATK-luokan tietokoneille. Kyseinen työvaihe on teknistä eikä pedagogista tukea, joten se kuuluu tutkimuksen valmisteluun.

5.4.2 Ensimmäisen syklin opetustilanne

Oppituntia päästiin valmistelemaan välitunnilla, jolloin tietokoneet ja Jmol-ohjelma käynnistettiin valmiiksi. Laitteiden käyttö tuotti opettajalle hiukan hankaluuksia, mikä kertoi siitä, ettei hän ole hyödyntänyt tietotekniikkaa kovin usein opetuksessaan. Opettaja myös tarvitsi teknisen tukihenkilön apua. Tunnin kulku oli lähes suunnitelman (liite 1) mukainen. Tunnin alussa opettaja perusteli molekyylihallinnuksen käyttöä järkevästi yhdistämällä sen käsiteltävään aiheeseen. Pedagogisen tukihenkilön tehtävänä oli esitellä oppilaille Jmol-ohjelman toiminnot, joita tarvitaan molekyylien rakentamisessa ja tallentamisessa. Apuna Jmolin esittelyssä käytettiin aiemmin tehtyjä ruudunkaappausvideoita. Aluksi tehtävänä oli seuraavien molekyylien mallintaminen:

1. *vesi*
2. *metaani*
3. *etyyli*
4. *etanoli*
5. *metanoli*

Oppilaat aloittivat molekyylien mallintamisen innokkaasti. Osa ehti tehdä kaikki tehtävänannossa mainitut molekyylit, ja lisätehtäväksi annettiin seuraavaan aiheeseen liittyvien hiukan haastavampien molekyylien mallintaminen:

6. *bentseeni*
7. *etikkahappo*

Oppitunti sujui tuntisuunnitelman (liite 1) mukaisesti. Jotkut oppilaat olivat hiilivetyjen sijaan enemmän kiinnostuneita pelaamisesta ja siitä, minkälaisia erilaisia muotoja atomeita yhdistelemällä on mahdollista tehdä. Kaikki oppilaat pääsivät kuitenkin oppitunnin tavoitteeseen. Jokainen sai tehtyä molekyylijä, jotka tallennettiin kuvina.

Jmol-ohjelma toimi hyvin oppilaiden kanssa. Käyttäminen oli helppoa, mutta sopivasti haastetta toi kuitenkin monimutkaisempien molekyylien mallintaminen. Oppiaineen sisällöllisten asioiden tietämyksen lisäksi oppilaiden tietotekniset taidot paranivat ohjelman sekä tietokoneen hakemistotoimintojen käytön osalta.

Huomattavaa oppilaiden molekyylien rakentamisessa oli se, että molekyylien rakennekaavat eivät anna oppilaalle oikeanlaista kuvaa molekyylistä. Vaikka oppilaat tunnistivat hiilivetyjä rakennekaavoista, he eivät mallinnettaessa välttämättä

tienneet, mitkä atomit pitää yhdistää toisiinsa. Pelkkien rakennekaavojen opettelu ei siis riitä saamaan oikeaa käsitystä molekyylin rakenteesta, vaan oppimisessa on hyvä käyttää kolmiulotteisia malleja. Molekyylimallinnuksen avulla saavutettiin oppitunnin pedagogiset tavoitteet.

Tunnilla ilmeni epäselvyyksiä oppilaiden työskentelyyn liittyen. Muutostarpeena seuraavaan sykliin on selkeä tavoitteiden ja tallennuksen kertominen oppilaille sekä niiden lisääminen tuntisuunnitelmaan. Lisäksi olisi huolehdittava tarkemmin hitaammin työskentelevistä oppilaista.

5.4.3 Toisen syklin opetustilanne

Toisen molekyylimallinnustunnin suunnitelma (liite 2) poikkesi hiukan ensimmäisestä. Opettajan toiveiden mukaan Jmol-ohjelman esittelyn jälkeen mallintaminen aloitettaisiin opettajajohtoisesti vaihe vaiheelta, jotta kaikki pääsisivät heti mukaan mallintamiseen. Ensimmäisen molekyylin mallintamisen jälkeen oppilaat tekisivät malleja omaan tahtiin.

Oppitunnin alussa kuitenkin kului aikaa ongelmiin, jotka liittyivät koulun verkossa käytettäviin tunnuksiin. Osa oppilaista ei ollut vähään aikaan käyttänyt koulun koneita tai ainakaan omia tunnuksia, minkä vuoksi salasana oli unohtunut. Jmol-olennaisten toimintojen esittelyn jälkeen osa oppilaista pääsi kuitenkin rakentelemaan nopeasti molekyylimalleja. Ongelmien takia opettajajohtoinen mallintaminen jätettiin välistä ja tehtäväksi annettiin pelkästään neljän molekyylin mallintaminen, joista viimeinen oli hiukan haastavampi:

1. vesi
2. metaani
3. etyyli
4. 4-etyyliheptaani

Osa oppilaista sai mallinnettua kaikki molekyylit kun taas joitakin kiinnosti Jmol-ohjelman käyttäminen enemmänkin kuvataiteen työkaluna. Kyseisen luokan oppilaat käyttivät silti koko tunnin ajan Jmol-ohjelmaa, eivätkä eksyneet Internetiin epäolennaisille sivuille.

Oppitunnilla toistui sama ilmiö kuin aiemmallakin tunnilla. Vaikka oppilaat osaisivat rakennekaavat ulkoa, he eivät välttämättä osanneet muodostaa kolmiulotteista mielikuvaa molekyylistä rakennekaavan perusteella. Tässä mielessä Jmol-ohjelman avulla päästiin pedagogisiin tavoitteisiin ainakin useimpien oppilaiden osalta. Osa

oppilaista sai tehtyä vain pari molekyylimallia. Molekyylimallintaminen tietokoneella oli silti oppilaita kiinnostava työskentelymuoto. Oppilaat kertoivat haluavansa mallintaa molekyyliä jatkossakin.

Vaikka pedagogisen tukihenkilön ja opettajan roolit jaettiin, olisi tukihenkilön sisällöllisten asioiden paremmasta tietämyksestä ollut hyötyä oppitunnilla. Oppilaat kysyivät tukihenkilöltä apua myös kemiaan liittyvistä asioista. Seuraavassa syklissä tämä olisi huomioitava.

Muutosta edelliseen sykliin verrattuna oli ATK-tunneille kuuluva selkeä tavoitteiden ja molekyylien tallennuksen kertominen oppilaille sekä hitaammin työskentelevien oppilaiden oppimisesta huolehtiminen. Näiden asioiden kehittämisessä pedagoginen tukihenkilö oli mukana. Vaikka pedagoginen tukihenkilö näytti esimerkiksi tallentamisesta, oppilaat kuitenkin unohtivat tallennuspaikan tai tallentamisen kokonaan. Muutostarpeena seuraavaa sykliä varten oli tehtävänannon kehittämisen selkeämmäksi.

5.4.4 Kolmannen ja neljännen syklin suunnitteluvaihe

Koulussa 2 tutkimus toteutettiin hiukan myöhemmin ja tietotekniikan pedagogisen käytön tuen antaminen alkoi puhelimen välityksellä. Keskustelun aikana tuli esille, että oppilaat voisivat kaivata kertausta molekyylien rakenteista. Koulun toisella opettajalla oli hiukan kokemusta ChemSketch-ohjelmasta molekyylimallintamisesta, mutta Jmol-ohjelma herätti enemmän kiinnostusta helppokäyttöisyyden vuoksi. Lisäksi Jmol-ohjelman käyttöönoton todettiin olevan sopivan vaivatonta.

Pedagogisen tuen antaminen jatkui koululla, jossa mietittiin oppitunnin toteutusta. Oppilaiden työskentelymuotojen vaihtoehtoina olivat mallintaminen pareittain ja yksilötyöskentely, joista jälkimmäisen todettiin olevan sopiva työskentelytapa kestoltaan yhden tunnin mittaiselle mallintamiselle. Tehtävänantoon liittyvät ohjeistukset, kuten rakennettavat molekyyli ja tallennuspaikka, päätettiin laittaa taululle epäselvyyksien välttämiseksi ja oppitunnille päätettiin ottaa mukaan kemian kirjoja, joita oppilaat voivat käyttää apuna. Jmol-ohjelmasta tehtyjä YouTube-videoita hyödynnettiin esittelemällä ohjelman toimintoja palvelun avulla opettajille.

5.4.5 Kolmannen syklin opetustilanne

Ennen toteutuspäivää koulun ATK-luokan tietokoneet vaihdettiin. Suurta epävarmuutta oppitunnin onnistumisen suhteen ei kuitenkaan ollut, koska Jmol-ohjelman tiedettiin olevan helppo ladata koneelle, eikä sen käyttöönotto vaadi varsinaista asennusta. Tietokoneiden vaihdosta huolimatta samat ohjelmat ja tiedostot olivat käytettävissä. Pedagoginen tukihenkilö teki valmisteluja varsinaista oppituntia edeltävällä tunnilla, minkä vuoksi opettaminen voitiin aloittaa heti ilman ongelmia. Opettaja aloitti oppitunnin tuntisuunnitelman (liite 3) mukaisesti kertomalla tunnin kulun ja johdattamalla aiheeseen. Tämän jälkeen tukihenkilö esitteli olennaiset toiminnot Jmol-ohjelmasta käyttäen apuna YouTube-videoita. Edelliseen sykliin verrattuna suullisen ohjeistuksen lisäksi tehtävänanto heijastettiin taululle, ja siihen lisättiin muistutus tallentamisesta. Tehtävänanto oli seuraavanlainen:

Rakenna seuraavat molekyylit:

1. vesi
2. metaani
3. etyyli
4. etanoli

Muista molekyylien tallennus!

Oppilaat → Molekyylit → omanimi_molekyyli.jpg

Esimerkki: jussi_metaani.jpg

Oppilaat etsivät rakennekaavoja oppikirjoista, joita opettaja toi tunnille. Osa oppilaista mallinsi nopeasti ensimmäiset molekyylit, jolloin tehtävänantoon lisättiin vielä kolme hiukan haastavampaa molekyyliä:

5. bentseeni
6. etikkahappo
7. 4-etyyliheptaani

Oppitunti onnistui hyvin ilman suurempia ongelmia tai vaivannäköä. Vaikka Jmol-ohjelman käyttö kiinnosti osaa oppilaista enemmänkin kuvataiteen työkaluna, päästiin oppitunnilla kuitenkin tavoitteeseen. Jokainen oppilas sai mallinnettua vähintään kolme molekyyliä ja osa rakenteli seitsemännen molekyylin jälkeen vieläkin monimutkaisempia malleja. Tunnin loputtua jotkut oppilaat halusivat tietää, mistä Jmol-ohjelman saa ladattua omalle koneelle.

Muutosta edelliseen sykliin verrattuna oli tehtävänannon selkeneminen ja pedagogisella tukihenkilöllä tunnilla mukana ollut materiaali, jossa oli tietoa molekyyleistä ja niiden rakennekaavoista. Oppilailla oli ongelmia kaksois- ja kolmoissidosten luomisessa, mikä olisi huomioitava seuraavassa syklissä.

5.4.6 Neljännen syklin opetustilanne

Pedagogisen tuki toteutettiin osittain toisen tutkimukseen osallistuneen opettajakollegan antamana vertaistukena varsinaiselle opettajalle. Opettajakollega antoi tietoa mahdollisuuksista käyttää tietotekniikkaa kemian opetuksessa. Pedagoginen tukihenkilö kommunikoi tarkemmin varsinaisen opettajan kanssa sähköpostin välityksellä. Käytettäväksi sovellukseksi valittiin opettajakollegan ehdottamana tässäkin tapauksessa Jmol-ohjelma, joka sopi meneillään olevaan aiheeseen opetuksessa. Sähköpostin välityksellä tehtiin tuntisuunnitelma (liite 4) sekä tehtävänanto. Lisäksi tukihenkilö kertoi opettajalle mahdollisista opetukseen ja ohjelman käyttöön liittyvistä ongelmista, joita edellisillä kerroilla havaittiin. Esimerkiksi kaksois- ja kolmoissidoksen luomisessa oli kaikilla oppilailla ongelmia. Kaksoissidosta luodessa molempien atomien ympärillä on oltava punainen kehä. Kaksoisklikkaamalla sidos muuttuu kaksoissidokseksi. Punainen kehä saadaan molempiin atomeihin viemällä nuolta hitaasti atomista toisen atomin suuntaan ilman, että painetaan hiiren painikkeita.

Edelliseen kertaan verrattuna muutosta tehtävänantoon tuli lähinnä tallennusohjeisiin, joita hiukan selvennettiin. Tehtävänannossa oli aluksi neljän molekyylin mallintaminen:

Rakenna seuraavat molekyylit:

1. vesi
2. metaani
3. etyyli
4. etanoli

Muista molekyylien tallennus!

Kansio, johon tallennetaan: Oppilaat → Molekyylit → omanimi_molekyyli.jpg

Tiedoston nimeäminen: nimi_molekyyli.jpg Esimerkki: jussi_metaani.jpg

Samoin kuin edellisillä oppitunneilla, myös tällä oppitunnilla tehtävänantoon lisättiin vielä kolme molekyyliä:

5. bentseeni

6. etikkahappo

7. 4-etyyliheptaani

Oppitunti toteutettiin edellisellä kerralla hyväksi todetulla tavalla. Erona edelliseen kertaan oli se, ettei varsinaista työnjakoa tietoteknisten ja sisällöllisten asioiden opetuksen suhteen tehty. Sisällölliset asiat tulivat edellisillä kerroilla niin tutuiksi pedagogiselle tukihenkilölle, ettei opettajan kanssa ollut tarvetta vastuualueiden jakamiseen.

5.5 Aineiston analysointi

Toimintatutkimus muistuttaa narratiivista tutkimusta [45]. Se etenee ajassa, joten se raportoidaan usein juonellisena kertomuksena. Molemmissa tutkimustavoissa kuvataan osallistujien kokemukset sellaisina kuin ne on koettu. Narratiivisessa tutkimuksessa voidaan analysoida kertomuksista koostuvaa aineistoa tai tuottaa aineistosta kertomus [45]. Narratiivisessa analyysissä tuotetaan aineistosta kertomus, joka voi sisältää muutakin kuin kertomuksia. Kehittämishankkeesta tai tutkimusprojektista tuotetuista kertomuksista muodostuu toimintatutkimuksen tarina.

Toimintatutkija pitää yleensä tutkimuspäiväkirjaa, johon kirjataan havaintoja erilaisista aineistoista [55]. Päiväkirja auttaa jäsentämään ajatuksia. Siihen kirjataan tietoa kenttätapahtumista, tutkimuksen etenemisestä, tunnelmista sekä vaikutelmia, palautetta, omaan toimintaan liittyviä havaintoja, tiivistelmiä, yhteenvetoja, kysymyksiä ja hämmennyksen aiheita [55]. Tietoa kerätään järjestelmällisesti käsitteellisen viitekehyksen mukaisista teemoista. Aineistoa kuvaillaan, luokitellaan, analysoidaan ja tulkitaan lomittain.

Tässä tutkimuksessa erilaista materiaalia, havainnointeja sekä muistiinpanoja tallennettiin eri tiedostoihin sähköiseksi tutkimuspäiväkirjaksi. Tutkimusaineiston analysointi alkoi välittömästi ensimmäisen tutkimushenkilöiden tapaamiskerran jälkeen. Ensimmäisellä kerralla tarkasteltiin erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää tietotekniikkaa kemian opetuksessa. Analysointi jatkui tarkastelemalla sähköposteja, joiden välityksellä suunniteltiin oppitunnit, sekä tulkitsemalla ja kirjoittamalla havainnot molekyylihallinnustunneilta tutkimuspäiväkirjaan. Päiväkirjan tekstejä tulkitsemalla ja avaamalla alkoi syntyä narratiivista analyysiä muistuttava kuvaus tutkimuksesta.

Haastattelujen analysointi alkoi litteroinnin jälkeen, jolloin haastateltavan kertomat asiat jaoteltiin oikeiden teemojen alle. Tässä tutkimuksessa toteutetut haastattelut esitellään luvussa kuusi ja luvussa seitsemän niitä tarkastellaan yhdessä teoria- taustan kanssa.

5.6 Tutkimuksen arviointi

Tutkimuksen luotettavuutta on tapana arvioida validiteetin ja reliabiliteetin käsitteillä. Tutkimuksen validiudella tarkoitetaan tutkimusmenetelmän ja -kohteen yhteensopivuutta. Validiteetin tarkastelussa arvioidaan sitä, miten menetelmä sopii tutkittavan ilmiön tutkimiseen ja mittaako se juuri sitä, mitä sen on tarkoitus mitata. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta ja luotettavuutta. Reliabiliteetin tarkastelussa arvioidaan, miten luotettavasti ja toistettavasti käytetty tutkimusmenetelmä mittaa tutkittavaa ilmiötä ja saadaanko samat tulokset toistettaessa tutkimus tutkijasta riippumatta. [52]

5.6.1 Toimintatutkimuksen arviointi

Toimintatutkimuksessa validiteetin arvioiminen on hankalaa, koska sosiaalinen todellisuus rakentuu tulkinnoista. Toimintatutkimuksessa ei ole siis mahdollista päästä vertaamaan väitteitä ”todellisuuteen”. Toimintatutkimuksella pyritään saavuttamaan muutoksia käytäntöihin ja toimintatapoihin, jolloin saman tuloksen saavuttaminen uudelleen on mahdotonta ja reliabiliteetti tutkimuksen pyrkimysten vastaista. [46]

Validiteettia ja reliabiliteettia ei usein pidetä käyttökelpoisina laadullisessa tutkimuksessa, eivätkä ne sovellu varsinkaan toimintatutkimukseen [46]. Laadullisen tutkimuksen laadun, luotettavuuden ja tarkkuuden arvioinnissa olennaisia kriteereitä ovat Lincolnin ja Guban [84] mukaan uskottavuus, siirrettävyys, varmuus ja vahvistuvuus.

Toimintatutkimuksen uskottavuutta voidaan Greenwoodin ja Levinin [41] mukaan arvioida kolmella tavalla. Toimivuuden mukaan arvioitaessa tarkastellaan, johtavatko tutkimuksen toteutetut toimet ongelman ratkaisuun. Uskottavuutta voidaan arvioida myös tarkastelemalla, tuottaako tutkimus järkeviä, konkreettisia tuloksia. Tällöin keskitytään tarkastelemaan, miten tutkimuksen merkitys rakentuu deliberatiivisissa, pohdiskelevissa ja keskustelelevissa prosesseissa. Lisäksi uskotta-

vuuden arvioinnissa voidaan tarkastella tutkimuksen mahdollisuutta laajemmassa kontekstissa. Tällöin arvioidaan, onko tutkimuksessa luotuja merkityksiä tarkasteltu uskottavuudeltaan toisessa tilanteessa tietoisien pohdinnan avulla ja onko kontekstuaalisia ominaisuuksia ja historiallisia tekijöitä verrattu keskenään. [41]

Siirrettävyydellä tarkoitetaan tutkimuksen laadun arvioinnissa sitä, ovatko tutkimuksen tulokset yleistettävissä tai ovatko ne siirrettävissä toiseen kontekstiin. Laadullisessa tutkimuksessa siirrettävyyden tarkastelu on ensisijainen tulosten yleistämisessä. Siirrettävyyttä voidaan vahvistaa kattavien kuvausten avulla, jotka antavat mahdollisimman paljon tietoa tehden tutkimuksen mahdolliseksi soveltaa eri kontekstissa. [84]

Varmuuskriteerillä tarkoitetaan tutkijan ennako-oletusten huomioon ottamista [29]. Se korostaa tutkijan selonteon tarvetta alati muuttuvassa kontekstissa, jonka rajoissa tutkimus tapahtuu. Tutkijan on kuvailtava tapahtumaympäristössä ilmenevät muutokset ja niiden vaikutukset tutkimuksen lähestymistapaan. [134]

Vahvistuvuus luotettavuuden kriteerinä tarkoittaa sitä, että aiemmat tutkimukset tukevat tehdyn tutkimuksen tulkintoja [29]. Toimintatutkimuksessa voidaan käyttää useita erilaisia muotoja tiedon hankkimiseen. Erilaisten menetelmien tutkijoiden, tietolähteiden tai teorioiden yhdistämistä samassa tutkimuksessa kutsutaan triangulaatioksi [29], [135]. Lincolnin ja Guban [84] mukaan tutkimuksen vahvistuvuutta voivat parantaa vahvistuvuuden auditoiminen, auditoinnin kirjausketju, triangulaatio ja refleksiivisyys.

6 Tulokset

Toimintatutkimuksen neljä sykliä muodostuvat tässä tutkimuksessa kemian opettajien kanssa toteutetuista pedagogisen tuen projekteista. Pedagogista tukea kehitettiin jokaisella syklillä havaintojen ja kokemusten perusteella paremmaksi. Opettajat kokivat pedagogisen tuen saamisen positiivisena ja virkistävänä asiana. Vaikutuksia oli sekä opettajiin että oppilaisiin. Opettajat pitivät Jmol-sovellusta sopivana molekyylien rakenteiden oppimisessa. He löysivät toteutetusta pedagogisesta tuesta toki myös kehitettävää. Tässä luvussa kerrotaan haastatteluihin perustuen kemian opettajien kokemuksia tietotekniikan käytöstä ja pedagogisesta tuesta tämän tutkimuksen aikana. Lisäksi luvussa kerrotaan pedagogisen tukihenkilön havainnoista projektin aikana.

6.1 Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa

Tietotekniikka sopii tutkimushenkilöiden mukaan parhaiten ilmiöiden havainnollistamiseen. Tietotekniikan opetuskäytön esteenä on usein resurssipula.

6.1.1 Opettajien tavat hyödyntää tietotekniikkaa

Tietotekniikan hyödyntäminen kemian tunneilla on useimmiten opettajan omaa tietokoneen käyttöä. Oppilaat käyttävät tietokoneita harvemmin, yleensä tiedonhankintatarkoitukseen. Fysiikan ja kemian tunneilla tutkimushenkilöt käyttävät tietokonetta yleensä ilmiöiden havainnollistamiseen esimerkiksi videoiden avulla.

Kyllä mä oon pääsääntöisesti ite käyttäny, ko on se yks kone. Oppilaiden kanssa ollaan käyty pari kertaa ATK-luokassa. On käyty etsimässä tietoa ja tutustumassa ja sen tyyppistä enemmän. Esimerkiksi säteilyturvakeskuksen sivuilla. (H1)

Fysiikassa ja kemiassa on helppo näyttää jotain ilmiöitä tai sitte löytyy jotain ihan kunnollisia ohjelmia mitä käytettiin kemiassa. Löytyy semmosia hyvin yksinkertasia malleja, millä voi jotain painovoimaa näyttää. Kaikkia töitä ei tarvi tehdä ite, vaan voi näyttää, että tälleen tehdään vetypommeja tai vetyraketti. On ollu videoita ja animaatioita. YouTube on varmaan yleisin, ko sieltä löytyy kaikkea hauskaa ja kaikkea hyödyllistäki. (H1)

Se mitä oon käyttäny, niin itse. En oo juuri oppilaita päästäny koneille. Joissakin tiedonhankintatapauksissa tässä viimeaikoina. Kemiaan löytyy ohjeita johonkin reaktioon, jonku ilmiön demonstroimiseen, miten se pitää suorittaa. On myöskin videoita osa ja suurimmaks

osaks kirjallisesti. YouTubestä löytyy nykyään aika paljon materiaalia. Sitä vois enemmänkin hyödyntää. (H2)

Verkosta löytyy ajankohtasta asiaa, mutta sitte taas jos ei nettiä käytä, niin kaikki tuollaiset fysiikan ja kemian mallinnusjutut. Videoklipit jostakin aiheesta vaikka nyt ionisidoksen muodostumisesta, niin niistä saa paljon enemmän irti, jos ne pystyy näyttämään animaatioina. Usein sielä on niitä 3D-versioita myöskin, ja sitte löytyy vaikka ph-mittauksesta, että jos on hirveä hoppu, jos kokeeseen kerrataan niin sittehan sieltä löytyy valmiita. (H3)

Enemmänkin tiedonhankintapuolta, että ei me olla tai en oo käyttäny tämmösiä molekyylimallinnusjuttuja ja muitakaan ko vaikka johonki fysiikkaan, ko ei siinä oikeastaan tunne tai tiää mitä sielä ois hyvää, saatikka suomenkielistä. Se on vielä harvinaisempaa. Videoita luokkatilassa ollaan katsottu. (H4)

6.1.2 Tietotekniikan opetuskäyttö sekä esteet hyödyntämiselle

Tietotekniikan hyödyntämisen määrä riippuu kaikilla tutkimushenkilöillä mahdollisuuksista käyttää tietotekniikkaa koulussa. Myös edellä mainittu materiaalin hankkiminen on koettu ongelmalliseksi ajan puutteen tai epätietoisuuden vuoksi. Kaikki tutkimushenkilöt kertoivat resurssipulan vaikuttavan tietotekniikan hyödyntämiseen. Suurimpana ongelmana on se, että ATK-luokkaan ei ole mahdollista päästä silloin kun haluaisi, tai luokan tietotekninen laitteisto ei toimi riittävän hyvin.

Se riippuu meillä aika paljon siitä, missä luokassa opettaa. Sillon ko ollaan luokassa, missä on tykki ja nettiyhteys toimii, niin sillon aika useinkin. Ideaali ois, että joka tunti vois ainakin näyttää jotakin vaikka YouTubesta tai tai sitten jotain sovelluksia mitä on. Se vaan on niin hankalaa ku ne melkein joka toinen kerta ei toimi. Pitäs vaan olla luotettavaa, että ko jotain suunnittelee ni sen vois toteuttaakin. Varmaan tulis joka tunti sitte käytettyä. (H1)

ATK-luokkaan on vähän vapaita aikoja, että kuka ekana ehtii sieltä varaamaan aikoja. Se rajottaa. Pitäs aina ajoissa tietää, että millon menee. Jos tulee hyvä idea ni ei todennäköisesti pääse. (H1)

Aika harvakseltaan. Melkein vähenemään päin on ollu, koska tässä koulussa on ollu vähän heikot nuo ATK-laitteet ja on joutunu taistelemaan noista ATK-luokan käyttövuoroistakin. Meillä oli hyvät videotykit tuola luokissa, mutta ei ne oo toiminu tässä viimeaikoina. Oon jättäny ihan minimiin kaikki ATK-hommat. (H2)

Päivittäin. Suurimmaks osaks semmosta, että ko luokassa on vaan yks tietokone, se on että mä käytän sitä siinä opetuksen tukena. Se on just taas se resurssipula. (H3)

Liian harvoin. Sillon, jos kävis semmonen arpaonni, että ois tietokoneluokassa tunnit, niin sitte on helpompaa. (H4)

6.2 Opettajien aiempi kokemus pedagogisesta tuesta

Kysyttäessä kokemuksesta tietotekniikan käytön pedagogisesta tuesta, vastaukset olivat varsin yhtenevät. Pedagogisesta tuesta, jossa tukihenkilön kanssa suunnitel-

laan ja toteutetaan oppitunti tarpeiden mukaan, ei tutkimushenkilöillä ollut juurikaan aiempaa kokemusta. Tukea tietotekniikan pedagogiselle käytölle on saatu kurssien tai kollegoiden kautta.

Ollaan jaettu vinkkejä ja itekin oon kertonu, miten oon tenhy. (H1)

En muista, että ihan tän tyyppistä ois ollu. Yksittäisiä pieniä vinkkejä kollegoilta eri ohjelmien mahdollisesta käytöstä oppitunneilla. Osa oon kokeillu ite ja mitään semmosta hirveen pysyviä juttuja ei oo kyllä tarttunu. (H2)

En ainakaan tolla tavalla, että ois toinen läsnä siinä oppituntitilanteessa. Ei tuu nyt heti mieleen, mutta varmasti on vinkkintasolla voinu ollakin, mutta ei erikseen miltään pedagogiselta tukihenkilöltä. Kollegoilta vinkkintasolla. ATK-vastaavalta vinkkintasolla on jotakin tullut. (H4)

Opettajat eivät olleet saaneet teknistä opastusta tietotekniikan hyödyntämiseksi opetuksessa, vaan tuki on ollut enemmänkin vinkkien antamista. Osa opettajista oli saanut kursseilta hieman yksityiskohtaisempaa koulutusta erilaisten ohjelmien opetuskäyttöön tai materiaalien tekemiseen.

Lähinnä se on ollu ohjausta, että on olemassa tämmönen asia, mitä voisi käyttää. Ei niinkään siihen itse käyttöön tai tekniikkaan menevää, vaan enemmänkin, että tiedätkö, että tämmöinenkin on olemassa -henkistä. (H4)

Oon ollu kursseilla, missä on erilaisten ohjelmien käyttöä opastettu ja ollu jopa semmosella etäkurssin tekokurssilla. (H1)

Hyvin vähän. Ainut on tiesti mitä Maoli järjestää semmosia kaikenlaisia kurssituksia, missä erikseen mietitään, miten toteutettais ja tehäänkin jotain materiaaleja. (H3)

Tutkimushenkilöt, jotka ovat aiemmin saaneet pedagogista tukea, ovat kokeneet sen virkistävänä ja he kaipaavatkin tukea lisää. Osa opettajista mainitsi, että sopivan materiaalin löytäminen on hankalaa. He eivät tiedä mistä materiaalia löytyy. Etsimiseen ei myöskään ole riittävästi aikaa. Osalle tuki on ollut riittävää, johtuen riittävästä omista tietoteknisistä taidoista tai siitä, että tietotekniikan hyödyntämistä ei koeta välttämättömänä omassa opetuksessa.

Ihan virkistävää tutustua välillä uusiin juttuihin. Kyllä sitä enemmän varmaan kaipais. Sitä ei osaa aina ettiä sitä tietoa tai ei tiää mistä paikasta ettiä. (H2)

Sehän on tosi hyödyllistä ja sellasta mikä virkistää omaa työntekoa ja jos on jotain pulmia tai jotain ongelmia tai tuntuu, että on vaikea opettaa jotain aihetta, niin kyllähän siitä apuja saa. Varsinkin missä on useempikin opettaja, että voi näkemyksiä vaihtaa ja suunnitella asioita. Ainahan sitä ois kiva saada lisää. (H3)

On se ollu sikäli riittävää, että ei ois ollu pakko käyttää oikeastaan ATK-luokkaa. Siihen ei oo mitään vaatimuksia, niin siihen nähden ollu riittävää, mutta tulevaisuudessa jos enemmän käytetään, niin varmaan tarvekin on suurempi. (H1)

Ei oo vielä ihan täysi käsi noitten koneitten kanssa, niin silleen oon niinku itte pystynyt tutustumaan, mutta se on paljon vaatimattomampaa selkeesti jo ajan rajallisuuden takia, että pystyis ruveta ettimään jotain hyvää materiaalia mitä käyttää. (H4)

6.3 Ensimmäinen sykli

Luvussa kerrotaan pedagogisen tukihenkilön ja opettajan havaintoja ensimmäiseltä sykliltä sekä kerrotaan pedagogisen tuen muutostarpeista seuraavaa sykliä varten. Lisäksi raportoidaan haastattelussa esille tulleita asioita.

6.3.1 Pedagogisen tukihenkilön havainnot

Pedagoginen tukihenkilö koki tuen aloittamisen yllättävän helpoksi. Opettaja suhtautui motivoituneesti tuntien suunnitteluun ja ehdotteli erilaisten tietoteknisten mahdollisuuksien esittelyn ohessa itse, miten tietotekniikkaa voisi hyödyntää. Vaikutti siltä, että opettaja tiesi tietotekniikan eri mahdollisuuksista, kuten molekyyli-mallintamisesta, ja kaipasikin esimerkin saamista ja käytännön tietoa siitä, onko tiettyä teknologiaa hyödyntäen mahdollista toteuttaa oppitunti sopivan pienellä vaihalla. Opettaja siis tuntui tarvitsevan esimerkkejä siitä, millä ohjelmilla molekyyli-mallinnusta voi toteuttaa opetuksessa. Esimerkkien saamisen jälkeen opettajalle tuli heti ajatuksia siitä, miten oppitunnin voisi käytännössä toteuttaa.

Havaintojen mukaan pedagogiset tavoitteet saavutettiin opettajan osalta hyvin. Opettaja oppi ruudunkaappausvideoiden avulla käyttämään Jmol-ohjelmaa ja oppitunnilla käyttäminen oli sujuvaa. Vaikka opettajan tietotekniset taidot vaikuttivat riittävältä, tietokoneiden vähäinen käyttö oppilaiden kanssa kuitenkin näkyi oppitunnin aikana. Tämä ilmeni esimerkiksi tarkkojen tietoteknisten ohjeiden puuttumisena tehtävänannossa. Oppilaille on annettava tarkat ohjeet vaihe vaiheelta, missä järjestyksessä työskentely tunnilla etenee. Jotkut ATK-tunnilla olennaiset asiat, kuten tavoitteet, tallentaminen, nopea puuttuminen pelaamiseen sekä hitaimmista huolehtiminen, olivat unohtua. Nämä olivat asioita, joissa pedagogisen tuen antamisessa oli kehitettävää. Seuraavassa syklissä oli annettava tarkemmin tietokoneiden käytön ohjeistukseen liittyviä vinkkejä. Pedagogisen tuen määrä vaikutti sopivalta joidenkin yksityiskohtien puuttumista lukuun ottamatta.

Samanaikaisopetus toimi erinomaisesti. Joissakin tietoteknisissä asioissa kemian opettaja tarvitsi tukea ja vastaavasti sisällöllisissä asioissa pedagoginen tukihenkilö tarvitsi tukea. Samanaikaisopetuksen ansiosta molemminpuolinen tuki ja tietoisuus tuesta lisäsi myös itsevarmuutta ja samalla oppilasmäärä opettajaa kohti oli pienempi. Sekä opettaja että pedagoginen tukihenkilö oppivat uusia asioita. Pedagoginen tukihenkilö oppi sisällöllisiä asioita ja opettajan tietotekniset taidot kehittyivät Jmol-ohjelman käytön osalta, ja koulun tietotekninen laitteisto tuli tutummaksi.

6.3.2 Opettajan havainnot ja kommentit

Tietotekniikan pedagogista käyttöä mietittäessä opettaja totesi, etteivät taulukkolaskenta ja kuvaajien tekeminen sovi parhaiten meneillä olevaan aiheeseen. Hän mainitsi, että käsitekartat toimivat parhaiten kurssin alkupuolella ja jaksollisen järjestelmän sovellus kahdeksannella luokalla. Opettaja piti idean saamista tärkeimpänä asiana pedagogisessa tuessa. Hän ei ollut tietoinen tietotekniikan opetuskäytön mahdollisuuksista. Lisäksi samanaikais- opetus oli rohkaiseva tekijä uusien asioiden kokeilemisessä.

Se mikä on tärkeintä on, että joku antaa idean ja on tukena ekalla kerralla ko sitä kokeilee. Uskalsi kokeilla tai tulin mieleen ees kokeilla jonkulaista erilaista juttua. (H1)

Oppituntia suunniteltaessa opettaja toivoi, että pedagoginen tukihenkilö opettaa tietotekniset asiat ja neuvooppilaita työskentelyn aikana.

Ajattelin, että olisi mukavinta jos minä kerron oppilaille tunnin tarkoituksen ja sinä voisit sen jälkeen lyhyesti näyttää miten ohjelma toimii ja minne mallit tallennetaan. Sittenhän meitä on kaksi neuvomassa oppilaita työskentelyn aikana. Ajattelin, että jokainen saa tehdä malleja omassa tahdissaan, tasoerot lienevät joka ryhmässä aika suuria. Lopputunnista voisi antaa kaikille jonkin vähän jännittävämmän, suuremman mallin tehtäväksi. (H1)

Opettajat voivat olla epätietoisia oppilaiden tietoteknisestä osaamisesta, minkä vuoksi oppituntien suunnittelu voi olla hankalaa. Opettajalla ei ollut käsitystä siitä, kuinka monta molekyyliä oppilaat ehtivät mallintaa. Pedagoginen tukihenkilö kertoi opettajalle arvion oppilaiden osaamisesta.

Saa nähdä kuinka monta mallia oppilaat ehtivät käytännössä piirtelemään, se on itselleni suurin kysymysmerkki. (H1)

Jälkeenpäin pohdittaessa opettaja totesi, että aikaa olisi voinut olla kaksikin oppituntia. Opettajan mukaan oppilaat innostuivat rakentelusta.

Olisi ne jaksanu kaksoisntunninki tehdä. Haasteeseen nähden oli vähän liian lyhyt, ku ne ihan oikeesti innostu siitä rakentelusta. Meillä ei oo yhtään kaksoistuntia, niin toteutettiin se niin järkevästi ko pysty. (H1)

6.4 Toinen sykli

Luvussa kerrotaan pedagogisen tukihenkilön ja opettajan havaintoja toiselta sykliltä sekä raportoidaan haastattelussa esille tulleita asioita. Lisäksi kerrotaan muutoksista ensimmäiseen sykliin verrattuna ja pedagogisen tuen muutostarpeista kolmatta sykliä varten.

6.4.1 Pedagogisen tukihenkilön havainnot

Suunnitteluvaiheessa vaikutti siltä, että opettajan tietotekniikan pedagogiseen käyttöön oli vaikutusta muullakin kuin tietoisuudella tietotekniikan mahdollisuuksista. Opettaja tiesi molekyyylimallintamisesta, mutta hän oletti sen olevan liian hankalaa yläkoulun opetuksessa. Tässä tapauksessa luvussa 2.3.2 esille tullutta aikaongelmaa ei ollut, vaan sopivia ajankohtia järjestyi kohtuullisen helposti.

Havaintojen ja kokemusten mukaan pedagogisiin tavoitteisiin päästiin opettajan ja pedagogisen tuen osalta. Opettaja neuvoi oppilaita sujuvasti sekä sisällöllisissä asioissa että tietoteknisissä asioissa. Opettaja kertoi toteuttavansa jatkossakin vastaavia molekyyylimallinnustunteja. Vaikutti siltä, ettei tietotekniikan hyödyntäminen ollut opettajalle aivan tuttua. ATK-tunnilla oppilaat poikkeavat helposti tehtävänannosta tekemään heille kiinnostavampia asioita ja silloin opettajan on oltava hereillä. Tavoitteiden tiedostaminen on tärkeää oppilaiden työskentelyn kannalta ja edellisestä tunnista poiketen tällä tunnilla opettaja antoi selvät ohjeet siitä, montako molekyylimallia on jokaisen tehtävä. Kuten oppitunnin suunnitelmassakin oli tarkoituksena, pedagoginen tukihenkilö kertoi ohjelman toimintojen lisäksi tuotosten tallennuksesta heti oppitunnin alussa. Oppimista tapahtui sekä tehtävänannon kertomisessa että oppiaineen sisällöllisissä asioissa.

6.4.2 Opettajan havainnot ja kommentit

Tietoteknisiä mahdollisuuksia mietittäessä opettaja mainitsi kiinnostuneensa molekyyylimallinnuksesta jo opiskeluvuosinaan, mutta opetuksessa se on jäänyt käyttämättä. Hän piti molekyyylimallinnusta kiehtovana mahdollisuutena. Opettaja totesi kuvankäsittelyn olevan liian teknistä meneillä olevaan opetukseen ja taulukkolaskennan sekä kuvaajien tekemisen olevan liian laskennallista. Esitysten tekeminen jonkin esitysohjelman esimerkiksi GoogleDocsin avulla herätti opettajassa kiinnostusta, mutta hän totesi sen sopivan kuitenkin paremmin eri kurssille. Opettajan mukaan pedagoginen tuki auttaa tutustumaan vieraisiin ohjelmiin nopeammin. Lisäksi hän mainitsi tukihenkilöstä olevan hyötyä opetuksessa.

Jos on vieraita ohjelmia ja muita, niin ei niihin silleen ite pääse niin äkkiä sisälle. Jos siinä on joku selostamassa, niin se on aina ihan eri tilanne. Mitä enemmän siinä on pätevää porukkaa opetustilanteessa niin sitä parempi. (H2)

Opettaja toivoi oppitunnin suunnittelussa, että pedagoginen tukihenkilö myös osallistuu oppitunnin toteutukseen. Hän toivoi tukihenkilön hoitavan tietoteknisen osan opetuksesta.

Voisi olla ihan hyvä, että olisit mukana ohjelman esittelyssä oppilaille. Tunti voisi edetä sillä tavoin, että ohjelma esiteltäisiin oppilaille ja näytettäisiin esim. noiden videoiden avulla, kuinka se toimii. Sitten voitaisiin yhdessä tehdä esimerkin mukaan jokin molekyyli, minkä jälkeen antaisin oppilaille tehtäväksi omaan tahtiin joitakin molekyyliä. (H2)

Opettaja piti yhtä oppituntia sopivana pituutena toteutukselle. Molekyyylimalleja olisi voinut kuitenkin tarkastella vielä jälkikäteen.

Se oli aika sopiva silleen, että ei siinä ois ollu kahelle tunnille saman päivän aikana ainaakaan, että oppilaat ois kyllästynyt. Mehän tallennettiin sinne niitä molekyyliä, että tiesti ois voinu purkaa sitä antia mahdollisesti vielä. Oisinhan minä itekin voinu ottaa sen myöhemmin käsittelyyn, mutta siinä tunnin aikana ehti aika hyvin tarkkailemaan, että ne sai oikein tehtyä ja sai tehtyä mitä vaadittiin. (H2)

6.5 Kolmas sykli

Luvussa kerrotaan pedagogisen tuen muutoksista toiseen sykliin verrattuna ja muutostarpeista neljättä sykliä varten. Lisäksi kerrotaan tukihenkilön ja opettajan havainnot kolmannelta sykliltä sekä raportoidaan haastattelussa esille tulleita asioita.

6.5.1 Pedagogisen tukihenkilön havainnot

Aiemmillä oppitunneilla pedagoginen tukihenkilö huomioi, että mallinnettavista molekyyleistä olisi hyvä olla rakennekaavat lapulla, jota voisi hyödyntää oppitunnin aikana. Tällä kertaa lappu tehtiin ja pedagoginen tukihenkilö käytti sitä molekyylien rakentelun opastamisessa. Vaikka opettajan ja TVT:n käytön pedagogisen tuen roolit jaettiin opetuksessa sisällölliseen ja tietotekniseen opastamiseen, oli pedagogisen tukihenkilön tietämyksestä apua myös sisällöllisissä asioissa. Toteuttamalla tietotekniikan pedagogisen käytön tuki käyttäen samanaikaisopetusta, voidaan helpottaa opettajan työtä erityisesti opetuksen vastuualueiden jakamisen avulla. Huomioitavaa kuitenkin on, että sekä opettajan että tukihenkilön on tunnettava toistensa opetuksen vastuualue, jotta opetustilanne onnistuisi mahdollisimman hyvin. Koska pedagoginen tukihenkilö ei välttämättä tunne oppiaineen aihetta läpikotaisin, tukihenkilöllä olisi hyvä olla samanaikaisopetuksessa mukana hyvät opettajan materiaalit.

6.5.2 Opettajan havainnot ja kommentit

Opettaja innostui molekyyylimallintamisesta tietokoneella. Hän mainitsi käyttävänsä Jmol-ohjelmaa tulevaisuudessa sekä kemian että fysiikan asioiden opettamiseen.

Ohjelman ja oppimistavan kiinnostavuuteen vaikutti opettajalla ja pedagogisella tukihenkilöllä esimerkiksi se, että yhden tunnin aikana ehdittiin saada paljon aikaiseksi. Opettaja piti hyvänä opetuksen muotona samanaikaisopetusta, jossa opettajilla on omat erityistaidot. Hän totesi, että aikaa olisi voinut olla kaksikin oppituntia. Kehitettävänä ideoina tuli esille myös erilaisten työskentelymuotojen käyttäminen ja verkon hyödyntäminen.

Mun mielestä oli oikein mukavaa, että luokassa oli ensinnäkin kaks opettajaa. Toisella on oma taito ja toisella toinen. (H3)

Niitä vois olla useempi, että se ei jäis yhteen kertaan. Nyt tavallaan ensimmäinen kerta meni siihen, että hoksattiin, että mitä tässä nyt tehdään. Vois olla vielä vaikka toinen kerta. Ois voinu luoda siitä tunnista vielä selkeämmän, jossa ois voinu vielä enemmän hyödyntää sitä, että jos ois ollu vaikka pistetyöskentelyä tai ryhmätyöskentelyä, että nyt mulle jäi vähän ehkä semmonen kuva, että meni vähän semmoseen kokeiluun itselläkin ja oppilailta. Ois ehkä voinu vähän tarkemmin miettiä, mitä molekyyliä ruvetaan työstämään. Mietin, että mitä oppilaat sais aikaseks, jos ei olisikaan alotusjuttua, vaan ohjeistuskin olis verkossa. Sitte pitäis tehdä kunnan ohjeet. (H3)

Oppilaiden oppimisen kannalta pedagogisen tuen hyöty on erityisesti motivaation ja työrauhan paraneminen erityisesti silloin kun opetusmuotona on samanaikaisopetus. Tällöin oppilaat myös saavat helpommin apua työskentelyynsä.

Tunti on paljon rauhallisempi ja voi keskittyä yhen oppilaan asioihin, eikä tarvi olla monen oppilaan luona yhtäaikaa tai montaa asiaa ratkomassa yhtäaikaa. (H3)

6.6 Neljäs sykli

Luvussa kerrotaan pedagogisen tuen muutoksista kolmanteen sykliin verrattuna sekä tukihenkilön ja opettajan havainnot viimeiseltä sykliltä. Lisäksi raportoidaan haastattelussa esille tulleita asioita.

6.6.1 Pedagogisen tukihenkilön havainnot

Edellisistä sykleistä poiketen neljännessä syklissä oppitunti suunniteltiin siten, että rooleja ei jaettu tietoteknisten ja sisällöllisten asioiden opettamiseen, vaan sekä opettaja että tukihenkilö ohjeistivat oppilaita molemmissa asioissa. Opettaja hallitsi Jmol-ohjelman käytön siten, että tietoteknisten asioiden opettaminen onnistui erinomaisesti. Edellisillä kerroilla havaitut ongelmat ohjelman käytössä huomioitiin heti tehtävänannossa, minkä vuoksi oppilailta ei kulunut aikaa tietoteknisten ongelmien ratkaisemiseen, vaan he pystyivät keskittymään pääasiassa sisällöllisiin asioi-

hin. Oppitunnin lopputuloksena voitiin todeta, että molekyylihallinnusta hyödyntäen hyvin suunnitellulla ja testatulla opetustavalla molekyyliä on mahdollista oppia paljon yhden tunnin aikana.

6.6.2 Opettajan havainnot ja kommentit

Opettajan mukaan molekyylihallinnus sai oppilaat innostumaan aiheesta ja keskittymään omaan tekemiseen. Lisäksi samanaikaisopetuksen ansiosta oppilaat saivat nopeammin apua.

Asia oli itelle uusi ja vieras toi ohjelma, mitä käytit tai näytit siellä ja sitte se, että millä tavalla oppilaat lähti siihen mukaan, niin sehän oli äärimmäisen hyvä. (H4)

Sai oppilaat innostumaan. Heti ensi hetkistä lähtien ne oli mukana siinä ja ei itellä ainakaan jäänyt mieleen ensimmäistäkään sivupolkua, että he teki sitä tunnin asiaa sen koko tunnin ajan, että siinä ei Facebookiin karkailtu. Jos oppilas ei ymmärrä tai joku menee pieleen, niin sitten ei tuu sitä pitkää sivuntoaikaa, vaan pääsee heti viemään asiaa eteenpäin. (H4)

Opettaja löysi toteutuksesta myös kehitettävää. Hän totesi, että yksi tunti oli liian lyhyt aika molekyylihallinnukselle. Lisäksi oppilaiden pohjustaminen aiheeseen ennen oppituntia oli liian vähäistä. Opettaja kuitenkin totesi tuntisuunnitelman olevan ajoitukseltaan sopiva.

Että sais opetuksellisen jutun, niin pitäis olla enemmän ko yksi tunti. Tää oli siinä mielessä semmonen raikas sivujuonne. Ajotus oli semmonen, että ei tullu kiire, mutta ei sitten niinku huomannu, että tässä on vielä kymmenen minuuttia aikaa eikä oo mitään, että se oli hyvin ajotettu. Pieni preppaus edellisellä tunnilla, niin ois ehkä päästy vähän syvemmällekin tossa. (H4)

6.7 Muutostarpeet neljännen syklin jälkeen

Neljännen syklin jälkeen pedagogisessa tukimallissa on kehitettävää. Vaikka pedagogisen tukihenkilön on hyvä esittää useita eri vaihtoehtoja mahdollisista opetukseen sopivista ohjelmista, huomiota kannattaa kuitenkin kiinnittää muutamaan asiaan. Tukihenkilön kokemuksen lisääntyessä tietoisuus opetukseen sopivista ohjelmista karttui, ja kävi ilmi, että osa opettajille ehdotettavista ohjelmista kannattaa karsia pois jo ennen niiden esittelyä. Karsinnassa tulisi kiinnittää huomiota esimerkiksi opetettavaan aiheeseen ja oppitunnin ajankohtaan kurssilla. Alkukurssille sopiva ohjelma ei ole välttämättä sopiva loppukurssilla käytettäväksi. Lisäksi liian teknisten tai laskennallisten ohjelmien ehdottamista tulisi harkita. Opettajia ei kiinnosta liian monimutkaiset ohjelmat. Ohjelmien tulisi olla helppoja ottaa käyttöön.

Tässä tutkimuksessa molekyylejä mallinnettiin jokaisen opettajan kanssa yhdellä oppitunnilla. Tutkimukseen osallistuneilla opettajilla ei ollut kaksoistunteja meillä olevassa jaksossa kemian opetuksessa, eikä kahden tunnin varaaminen molekyylimallinnukseen sopinut kurssin aikatauluun. Suurin osa opettajista kuitenkin totesi, että aikaa molekyylien mallintamiseen olisi voinut olla enemmän kuin yksi tunti. Yhdellä tunnilla ehtii kerrata asiaa molekyyleistä, mutta ei ehdi syventyä aiheeseen. Mikäli oppitunteja olisi enemmän, olisi hyvä pohtia myös erilaisten työskentelymuotojen sopivuutta oppimiseen.

Kehitettävää on myös oppilaiden johdattelussa mallintamiseen ennen molekyylimallinnustuntia ja kertaamisessa seuraavalla tunnilla. Pedagogisen tukihenkilön olisi hyvä antaa opettajalle tietoa siitä, mihin asioihin kannattaisi kiinnittää huomioita. Esimerkiksi molekyylien rakennetta on syytä kerrata ennen oppituntia. Lisäksi olisi varmistettava, että oppilaat muistavat käyttäjätunnuksensa koulun tietokoneille. Mallinnustuntia seuraavalle oppitunnille olisi hyvä varata aikaa mallinnettujen molekyylien tarkasteluun.

6.8 Jmol-ohjelman sopivuus opetukseen

Jmol-ohjelma ei ollut osallistuneille opettajille ennestään tuttu. He totesivat sen olevan nopea ottaa käyttöön omaan opetukseen ja sopivan haastava yläkoululaisille. Sovellusta ei pidetty monimutkaisena, mutta sillä sai kuitenkin tehtyä haastavampiakin molekyylejä. Opettajat pitivät hyvänä asiana sitä, että sovelluksella pystyi tekemään myös vääränlaisia molekyylejä. Sovellus ei automaattisesti lisännyt tai laskenut oikeaa määrää vetyjä, mikä olisi vähentänyt oppilaan ajattelua.

Se tuntu sellaselta, jonka voi heti ottaa käyttöön omaan opetukseen. Siinä oli musta yläkoululaisille haastetta sopivasti ja kyllähän se varmaan lukiolaisille sit taas. Jos luokassa ois koneet, niin vois vaikka joka viikko tehdä vähäsen. (H1)

Jotkut tajus aika nopeasti ja jotkut ei oikein tuntunu taipuvan kovin hyvin. Sai ihan kädestä pitäen neuvoa. Enimmäkseen semmonen kuva, että ei se liian monimutkainen tai haastava ollu. Aika sopiva oikeastaan. (H2)

Oli sopiva ja soveltuis mun mielestä käytettäväks myös lukion opetuksessa. Saa tehtyä riittävästi haastavia juttuja. Osahan rupes tekemään tosi monimutkasia rakenteita. On hyövä, että toimintaperiaate on yksinkertainen ja että se ei valmiiksi sano kaikkea, että pystyy tekemään vääränlaisiakin molekyylejä. Siinä sen opettajan rooli tulee tuon käytössä, että pitää tarkkailla, että minkälaisia sää nyt teit. Se tuo sen haastavuusnäkökohdan oppilaankin kannalta, että pitää myös tietää jotain. Me ollaan tehty pallotikkumalleilla tuota, niin siinä on se ongelma, että kun ne tekee pitkiä, niin sitte ärsyttää ko ne hajoo kesken kaiken ja niitä on vaikee saada pysymään kasassa. Tuossahan sitä ongelmaa ei tuu. Aivan hauskaa, että voi ysiluokan päätteeks testata mitä muistaa, että vaikka olis ollu seiskaluokaltaki juttuja, niin voi kokeilla miten muistaa. (H3)

Hyvä se oli sillä tavalla, kun se anto tehdä virheitä, että kun molekyyylejä rakenti, niin siinä pysty jäämään virheitä. Piti korjata virheet pois. Jos se ois valmiiks antanu tai laskenu, että noin ja noin monta vetyä on kiinni ja herjannu heti, niin se ois jättäny oppilaan ajattelua vähemmälle. (H4)

6.9 Pedagogisen tuen vaikutus tietoihin ja taitoihin

Pedagogisen tuen saamisen vaikutukset koskivat pääasiassa Jmol-ohjelman käyttöä. Opettajat kertoivat käyttävänsä sovellusta todennäköisesti myös jatkossa. Tietotekniset ja pedagogiset taidot paranivat kyseisen ohjelman osalta. Yksi opettajista totesi saavansa pedagogisen tuen johdosta ideoita tietotekniikan ja molekyyylimallinnuksen hyödyntämisestä myös muiden oppiaineiden opetukseen.

Oletin, että on yks juttu, mutta sitte ko sä luettelit, miten niitä kaikkia vois käyttää, ni tuli myös semmonen ajatus, että vois tulevaisuudessa joskus enemmänki hyödyntää. (H1)

Kyllä se suurin oli se, että tuli idea käyttää sitä ohjelmaa. Rohkeammin uskalsi lähteä kokeilemaan. (H1)

Tuli ajatus siitä ryhmätyöjutusta. Usein tehhän ryhmätöitä, niin nyt vois ottaa sit jotain tuommosta siihen mukaan ja sitte just semmosta toimintapistetyöskentelyä ja miksei sitten esimerkiksi biologien kanssa yhteistyötä mihin tuo ohjelma vois sopia, muihinki oppiaineisiin ko pelkästään kemiaan. Sehän ois tosi mukavaa, että pystyttäis yli ainerajojen työskentelemään. (H3)

6.10 Tietotekniikan hyödyntäminen ja pedagoginen tuki jatkossa

Tutkimukseen osallistuneet opettajat pitivät molekyyylimallinnusta hyödyllisenä kemian oppimisessa. Molekyyylimallinnus sopii erityisesti orgaanista kemiaa käsittelevälle kurssille. Kysyttäessä tietotekniikan hyödyntämisestä jatkossa, he kertoivat aikovansa käyttää tietotekniikkaa ja kyseistä ohjelmaa.

Kyllä aion. Olis mukavaa, jos sitä pääsis käyttää muutaman kerran tuossa kurssin aikana. Oikeastaan yläkoulussa on vaan tuo ysiluokan kurssi, missä se ehkä on hyödyllinen. Orgaanista kemiaa, jossa on hiilivetyjä ja niitten johdannaisia. (H1)

Kyllä minä aion sitä käyttää jatkossa sikäli kun saan ATK-laitteita käyttöön riittävästi. Fysiikassa jonku laitteen toiminta on semmonen mikä monia kiinnostaa. Voimalaitos esimerkiksi. Energiantuotanto. Joku kemiallinen reaktio. Sitä voi mallintaa vastaavalla tavalla varmaankin. (H2)

Joo kyllä, että oon sitä linkkiä lähetelly tässä muuallekin, että mistä se löytyy ja puhunu siitä. (H3)

Tätä ohjelmaa, kun orgaanista kemiaa ruvetaan tekemään niin syskällä tai ens keväänä. Muitakin varmasti käyttäs, mutta ko ei tiä mitä kaikkia on semmosia hyviä. Materiaalihan on vaikka kuinka paljon, mutta ko ei viittis käyttää aikaa seulomiseen. (H4)

6.10.1 Toiveet tietotekniikan käytölle

Tutkimukseen osallistuneet opettajat toivoivat, että tietotekniikan käytöstä tulisi nykyistä luontevampi osa opetusta ja oppimista. Opettajien mukaan siihen vaikuttaa esimerkiksi tietoteknisten välineiden kunto ja saatavuus. ATK-luokkaan on usein hankala päästä, minkä vuoksi tietotekniikkaa hyödynnetään harvoin. Tällä on yhden opettajan mukaan vaikutuksia oppilaiden asennoitumiseen. Oppilaat eivät pidä ATK-tuntia oikeana oppituntina. Yksi opettaja kertoi myös, että tietotekniikan hyödyntämiseen on muodostunut kynnys johtuen laitteiden epäluotettavuudesta.

Eka on toi että välineet ois kunnossa ja ehkä jotenki, että siitäki tulis semmonen luonteva osa sitä opetusta. Se usein on, että mennään ATK-luokkaan ja se sitte on jotain suurta oppilaista ja että voi olla sitte Facebookissa puolet ajasta. Jos se ois luonteva selkee opetukseen liittyvä asia, niin se olis opettavaisempaa. Helposti se menee vähän sähläykseks oppilailta ja tää nyt ei oo niin oikea tunti, että tää on ATK-luokka -tunti. Onhan se kun harvoin käydään. Usein se ei kuitenkaan oo semmonen tunti, missä opittais perusasiaa, mitä kysytään kokeessa. Oppilas ajattelee, ettei sielä tartte samalla tavalla oppia. (H1)

Mun tulis varmaan enemmän käyttää tietotekniikkaa henkilökohtaisella tasolla ajateltuna. Jonkulainen kynnys on siihen muodostunu. En tiä mistä se johtuu. Ehkä se on pieni epäluottamus laitteiden toimintaan tai silleen, että siinä joutuu säätämään puolet oppitunnista oppilaitten ihmetellessä. Se pitäis olla mahdollisimman yksinkertaista ja varmaa, ettei mee säätämiseks se touhu. Tietysti mitä enemmän käyttää valmisteluun aikaa, niin sen varmempihan se aina toki on. Pitäs vaan joku tietty kynnys pystyä ylittämään. (H2)

Tietotekniikka lähemmäksi koulun arkea. Kun kaks-kolme tuntia vietetään aikaa verkossa, niin ois hyövä kun vois hyödyntää jotain oikeitakin juttuja, että vois käyttää aikaa oppimiseenkin. (H3)

Ois tavallaan kiinteä osa opetusta se koneella olo ja sitä kautta sais sen semmoseks osaks tätä asiaa. Ois ittestään selvää, että tätä käytetään, että joku juttu tehdään koneella ja sitä ei tarvi silleen erikseen mitenkään ihmetellä tai suunnitella. Täällä koulussa tietokoneluokat on ihan asialliset. Uudet koneet ja näin, mutta se, että pääseekö niihin sillon ko on joku oma tunti menossa, niin se on aina vähän arvoitus. Joskus pääsee oikein hyvin ja jos sattuu lukujärjestyksessä hankala paikka, niin sitte ei pääse koskaan. Tietystihän nää tabletit on nykyään hirveän muodikkaita, että jos semmosille olis sitte jotain tämmöstä materiaalia, mitä vois käyttää, niin sit siinä aukeis taas uus maailma ja päästäis taas pitkästä aikaa siihen tilanteeseen, että koulussa on hienommat välineet ko kotona. Se on tietotekniikassa huomattu, että koulun koneet ei oo enää lähellekään niin hienoja ko kodin välineet, niin sitte se asenne on toisenlaista tietotekniikan tunneilla. (H4)

6.10.2 Toiveet pedagogiselle tuelle

Kysyttäessä tutkimushenkilöiden toiveita tietotekniikan käytön pedagogiselle tuelle, vastauksissa tulee esille pedagogisen tuen saaminen samanaikaisopetuksena sekä vinkkeinä uusien opetustapojen toteuttamisessa.

Sitä ois saatavilla sillee järkevästi. Jos nyt oletuksena on se, että ruvetaan käyttämään enemmän tietokonetta ja en tiedä millon meille tulee, että ei oo oppikirjoja, vaan kaikilla on

iPadi, niin sillon musta on pakko olla jotain tukea. Ei se muuten onnistu. Periaatteessa voisi olla jotain, että alkais joku koulutus tai intensiivisempi lähestyminen. Sen jälkeen, jos rupee soveltamaan, ni ois hyvä olla vaikka ATK-tuki. Tietty siinä vertaistukikin auttaa, mutta olis hyvä, että olis omistautunu enemmänki sille asialle, että ei joudu omalta oppitunnilta lähtemään ja auttamaan, jos mulla on joku ongelma. (H1)

Tukihenkilö aina siinä antaa semmosta varmuutta siihen touhuun ja tavallaan pakottaa opettajan aktivoitumaan siinä sitten. Tietotekniikkaan pystyy toki paneutumaan ja perehtymään itekin. Se vie aikaa ja voimia. Yleensä oon selvinny asioista yksin, jos oon kääriny hihani ja ottanu urakan siitä, mutta sitä aina pyrkii pääsemään mahdollisimman helpolla. Jos joku on apuna, niin on se paljon jouhevampaa. (H2)

Se, että miten hyödyntää, minkälaisissa tilanteissa ja sitte just semmonen, että saisi tietoa, että minkälaisia ohjelmia esimerkiksi on. Mitä omaan työhön toivon, niin ryhmäpalaverit ja ihan siis sekin auttaa että vaihtaa vain mielipiteitä oikeesti ihmisten kans. Mun mielestä sekin on pedagogista tukea, että saa semmosta varmuutta, että tuokin teki noin, mäkin voin kokeilla tai että olipas hyvä idea, että kokeilempa itekin. (H3)

Se voisi olla justiin tämmösiä uusia opetustapoja. Tää tapa oli tosi hyvä ja jos ajais kerran sisään jonku ryhmän kanssa, sitte itteki oppis ja sen jälkeen voisi vetää ilman sitä tukea muilleki porukoille sitä. (H4)

Opettajat pitivät erillistä pedagogista tukihenkilöä parhaimpana pedagogisen tuen antajana. Tueksi kelpaisi samanaikaisopetuksen lisäksi esimerkiksi sähköposti- ja puhelintuki. Kollegoita pidettiin hyvinä vinkkien antajina, ja rehtoreilta toivotaan tuen järjestämistä sekä viestien välitystä. Verkossa olevaa pedagogisen tuen sivustoa tutkimushenkilöt eivät pidä riittävänä, vaan toivovat konkreettista käytännön apua. Yksi tutkimushenkilö pitää ATK-vastaavaa henkilönä, jonka puoleen tällä hetkellä käännytään pedagogista tukea tarvittaessa.

Se ois tosi kiva, jos ois oikein joku henkilö, joka ois resurssoitu siihen hommaan. Ongelmaan on nyt, että ei kenelläkään oo aikaa. Kaikki vaan tekee hommat, että kuhan vaan selviää näistä hommista. Se kiire on pahin vihollinen kaikkeen tuommoseen. Semmonen tuki, mikä ois sähköpostin tai puhelimen päässä, olis tosi kätevä, että saisi vaikka heti tunnilla soitettua, että miten meidän kannattais tämä tehdä. Etätukikin ois tosi paljon. (H3)

Olisin toivonu, että rehtori voisi järjestää jotaki. Verkonkin kautta jotain voisi tulla, mutta se pitäis olla siihen tarkotukseen mietitty juttu. Jos mä meen vaikka verkkoon tällä hetkellä ja etsin sieltä jotain, ni sieltä löytyy linkkilista, missä on hyviä linkkejä, mutta suurin osa on englannin kielisiä ja joku ei toimi. Pitäis tosiaan vaikka kirjan tekijältä tulla, mitä voi tehdä tai sellaselta, joka just opettajan näkökulmasta miettii, mielellään vielä suomalaisen yläkoulun opettajan näkökulmasta miettii. Jos vaan varaa löytyis, ni kyllähän se ois paras just joku, jonka työtä se olis, että joka ei joutuis jättää omaa työtään, että tulee neuvomaan mua. (H1)

Rehtori voisi olla ehkä enemmänki viestinvälittäjänä. Kollegoilta vinkkejä. Sivustossa on se hankaluus, että siinä on vaan se vinkki, eikä sitä, että kuinka tätä kannattas käyttää tai kuinka tätä käytetään. Silti pitäis itte opiskella, joka ei nyt ehkä välttämättä oo sitä, miten itte ymmärtää pedagogisen tuen. Itte haluaisi ihan konkreettista apua. Ihminen on mukavampi. (H4)

ATK-vastaava on ensimmäisenä mielessä, kun näihin liittyviä juttuja tulee vastaan. ATK-henkilöt on vähän ylityöllistettyjä usein. (H2)

7 Johtopäätökset

Tutkimuksen teoriaosuudessa selvitettiin tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön ongelmia sekä asioita, joilla tietotekniikan hyödyntämistä voidaan edistää luonnontieteiden opetuksessa. Yhtenä ongelmana on tietotekniikan käytön pedagogisen tuen puute. Tutkimuksen empiirinen osuus rajattiin käsittelemään tietotekniikan käytön pedagogista tukea kemian opetuksessa. Tavoitteena oli selvittää, mitä kemian opettajat toivovat pedagogiselta tuelta ja miten pedagoginen tuki vaikuttaa tietotekniikan käyttöön kemian opetuksessa.

7.1 Kemian opettajien TVT:n käyttö ja sen esteet

Tutkimuksen teoriataustassa kävi ilmi, että harvat luonnontieteiden opettajat hyödyntävät tietotekniikkaa usein opetuksessaan (ks. luku 2.3). Syinä tähän ovat esimerkiksi opettajien ajan puute sekä koulun riittämätön tekninen infrastruktuuri. Tutkimustuloksia tarkastellessa voidaan todeta, että opettajien TVT:n opetuskäyttö vaihtelee riippuen resursseista (ks. luku 6.1.2). Osa opettajista hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessaan päivittäin, osa taas jättää hyödyntämisen lähes kokonaan pois opetuksesta. Resurssien osalta suurin este tietotekniikan opetuskäytölle on se, ettei ATK-luokkaan ole mahdollista päästä silloin, kun se olisi pedagogisesti järkevintä. Myös laitteiston toimimattomuus estää tietotekniikan hyödyntämistä opetuksessa. Laitteisto-ongelmia ilmeni vain toisessa kouluista, joissa tutkimus toteutettiin. Tämä tukee teoriataustaa, jossa todettiin, että tietotekniikan käyttömahdollisuudet eivät ole tasapuoliset eri kouluissa (ks. luku 2.3.3).

Tutkimuksen tulosten perusteella kemian opettajat käyttävät TVT:a opetuksessaan lähinnä ilmiöiden havainnollistamiseen videoiden avulla (ks. luku 6.1.1). Oppilaiden tietotekniikan käyttö kemian tunnilla on pääasiassa tiedonhankintaa verkosta. Opettajat eivät ole tietoisia erilaisista tietotekniikan opetuskäytön mahdollisuuksista. Sopivan materiaalin tai ohjelman löytäminen on hankalaa. Opettajat eivät tiedä mistä tietoa löytyy ja teoriataustassa esille tullut ongelma, ajan puute (ks. luku 2.3.2) on myös usein esteenä tiedon hankkimiselle. Opettajat siis tarvitsevat uusia ideoita TVT:n monipuolisempaan hyödyntämiseen. Tätä tukee myös aiempien tut-

kimusten tulokset, joiden mukaan opettajien TVT:n opetuskäytön esteenä on tietämättömyys tietotekniikan soveltamismahdollisuuksista opetukseen (ks. luku 4.1).

7.2 Pedagogisen tuen tarve

Tutkimuksen teoriataustassa tuli esille, että yksi este opettajien TVT:n opetuskäytölle on pedagogisen tuen puute (ks. luku 2.3). Myös tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että opettajat eivät juurikaan saa tietotekniikan käytön pedagogista tukea (ks. luku 6.2). Tutkimukseen osallistuneet opettajat olivat aiemmin saaneet pedagogista tukea lähinnä vinkkeinä kollegoilta. Osa oli hankkinut TVT:n opetuskäytön tietoa kursseilta. Jotkut opettajat kertoivat kaipaavansa enemmän pedagogista tukea, kun taas osa kertoi sen olleen riittävää. Tietotekniikan opetuskäyttö oli jäänyt silti kaikilla melko yksipuoliseksi. Opettajat eivät siis välttämättä tiedosta omaa pedagogisen tuen tarvettaan.

Opettajat eivät olleet saaneet aiemmin tukea pedagogiselta tukihenkilöltä, joten tämä tutkimus toteutettiin toimintatutkimuksena, jossa tutkija toimi tietotekniikan pedagogisen käytön tukena. Tuen vaikutuksia selvitettiin projektin aikana kertyneiden havaintojen, keskusteluiden sekä haastatteluiden perusteella. Näiden perusteella tässä luvussa analysoidaan kemian opettajien pedagogisen tuen tarvetta.

7.2.1 Kemian opettajat tarvitsevat ideoita ja konkreettisia esimerkkejä TVT:n mahdollisuuksista

Pedagogista tukea annettiin aluksi vinkkeinä ja kartoittamalla, miten TVT:a voitaisiin hyödyntää opetuksessa. Tukea annettiin myös suunnittelemalla yhdessä oppitunteja ja toteuttamalla suunnitelma samanaikaisopetuksena. Tutkimuksen teoriataustassa todettiin, että opettajilla on riittämättömät tietotekniikan pedagogisen käytön taidot (ks. luku 2.3.6). Tuloksissa kävi ilmi, ettei opettajilla ole ongelmia hahmottaa erilaisten tietoteknisten sovellusten sopivuutta opetukseen sen jälkeen, kun he saavat tietoonsa mahdollisia opetuksessa käytettäviä sovelluksia (ks. luku 6). Kerrottaessa tutkimushenkilöille erilaisista kemian opetukseen sopivista ohjelmissa, he osasivat sanoa heti, mihin kurssin vaiheeseen ja aiheeseen kyseessä olevat ohjelmat sopisivat. Opettajat myös suunnittelevat oppitunnit nopeasti ilman pedagogisen tukihenkilön apua. Keskustelu oppitunnin kulusta osoitti, että tutkimukseen osallistuneille opettajille muodostui nopeasti selkeä hahmotus oppitunnista.

Tutkimuksen teoriataustassa tuli esille, että luonnontieteiden opettajat eivät uskalla kokeilla uusia lähestymistapoja (ks. luku 2.3). Myös tuloksissa kävi ilmi, että opettajat tarvitsevat rohkaisua ja tukea uuden lähestymistavan kokeilemiseen (ks. luku 6). Tutkimukseen osallistuneet opettajat halusivat pedagogisen tukihenkilön mukaan oppitunnille. Opettajat voivat siis olla epävarmoja omista taidoistaan. Kysymys kuuluukin, tulevatko he käyttämään ohjelmaa jatkossa itsenäisesti, jos pedagoginen tukihenkilö hoitaa kokonaan tietoteknisen osan opetuksesta? Kuten luvussa 4.3 mainittiin, opettajat kaipaavat esimerkin saamista ja jo yhden pedagogisen tukihenkilön kanssa toteutetun opetuskerran jälkeen he hyödyntävät itsenäisesti tietotekniikkaa opetuksessaan.

Tutkimustuloksia tarkastellessa voidaan todeta, että opettajien tuen tarve kohdistuu pääasiassa tukitoimiin, joissa pedagoginen tukihenkilö tunnistaa ja analysoi opettajan TVT:n opetuskäyttöön liittyvät tarpeet ja toiveet sekä ehdottaa opettajalle sopivia toteutusratkaisuja (ks. luku 6). Opettajat osaavat itse suunnitella käytännön toteutuksen sen jälkeen kun mahdollisia toteutusratkaisuja on selvitetty. Osa opettajista tarvitsee lisäksi käytännön esimerkin TVT:n opetuskäytöstä. Tutkimukseen osallistuneille opettajille ehdotettu vierikoulutus ei ollut riittävää, kun tarkoituksena oli käyttää opetuksessa opettajille täysin uutta tietoteknistä sovellusta. Uuden tekniikan ensimmäiselle käyttökerralle opetuksessa opettajat toivovat mukaan pedagogista tukihenkilöä. Silloin he oppivat TVT:n käytön opetustilanteessa parhaiten. Opettajien mukaan erillinen tukihenkilö sopisi parhaiten pedagogisen tuen antajaksi. Samanaikaisopetuksen lisäksi myös sähköposti- ja puhelintuki auttaisivat TVT:n hyödyntämisessä.

7.2.2 Pedagogisen tukihenkilön tehtävät

Tutkimuksen teoriataustassa todettiin, että kemian opettajat tarvitsevat esimerkkejä molekyylimallinnuksesta kemian eri aihepiirien opettamisessa (ks. luku 4.3). Tuloksissa kävi ilmi, että tärkeäksi pedagogisen tukihenkilön tehtäväksi osoittautui opetuskäyttöön ja eri aihepiireihin sopivan TVT:n monitorointi (ks. luku 6.7). Tukihenkilön on oltava perillä erilaisista mahdollisuuksista hyödyntää tietotekniikkaa. Lisäksi tukihenkilöllä on hyvä olla kokemusta mahdollisten sovellusten käytöstä opetuksessa. Ilman kokemusta ehdotukset voivat olla epäsoivia tai toteutuksessa voi tulla ongelmia.

Tukihenkilön tulee tiedottaa mahdollisuuksiensa mukaan tietotekniikan käyttöön vaadittavista esitiedoista opettajalle, joka välittää tietoa oppilaille. Järkevän pe-

dagogisen käytön kannalta tukihenkilön olisi hyvä pohtia opettajan kanssa, miten opetus jatkuu tietotekniikan käytön jälkeen (ks. luku 6.7).

7.3 Pedagogisen tuen vaikutukset

Tutkimuksen tuloksissa kävi ilmi, ettei tietotekniikan pedagogisen käytön tuella ole vaikutuksia opettajien tietoteknisiin taitoihin tai taitoihin soveltaa tietotekniikkaa omaan opetukseen muuten kuin käytetyn ohjelman osalta (ks. luku 6.9). Ideoiden saaminen ja samanaikaisopetuksen rohkaisevuus on tärkeintä pedagogisessa tuessa. Tässä tutkimuksessa tietotekniikan opetuskäytön eri mahdollisuuksia kartoitettiin, mutta niiden tarkempaan hyödyntämiseen ei paneuduttu, vaan oppitunnit päädyttiin toteuttamaan käyttäen sopivimpaa ja kiinnostavinta tietoteknistä sovellusta. Osa opettajista sai kuitenkin tietoa tietotekniikan soveltamismahdollisuuksista ja jotkut saivat ajatuksia uusista tavoista käyttää tietotekniikkaa opetuksessa (ks. luku 6.10). Opettajat aikovat käyttää molekyyli-mallinnusta kemian opetuksessa myös jatkossa. Se riippuu kuitenkin mahdollisuudesta käyttää ATK-luokkaa.

7.4 Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelua

Tutkimuksen teoriatausta koski luonnontieteiden opettajien TVT:n käyttöä ja sen esteitä. Tarkastelu perustui pääasiassa kansainvälisen SITES (Second Information Technology in Education Study) -tutkimuksen tuloksiin [70] sekä Opetusteknologia koulun arjessa (OPTEK) -tutkimushankkeen tuloksiin [68]. Tietotekniikan pedagogisen käytön tukeen liittyviä julkaisuja ja kirjoja ei ole tehty paljon. Tähän tutkimuksen niitä valittiin osuvuuden mukaan. Teknologian käytöstä kemian opetuksessa on tehty tutkimuksia. Tämän tutkimuksen teoreettiseen tarkasteluun niistä pyrittiin valitsemaan mahdollisimman uusia julkaisuja.

Tutkimuksen empiirisenä aineistona on kaikki tutkimuksen aikana kertynyt materiaali esimerkiksi muistiinpanot, tuntisuunnitelmat ja haastattelut. Aineistoa analysoitiin tarkemmin luvussa 5.5 ja tutkimusmenetelmän sopivuutta tähän kontekstiin luvussa 5.2.

Toimintatutkimuksen luotettavuutta tarkastellessa otetaan huomioon uskottavuus, siirrettävyys, varmuus ja vahvistuvuus [41]. Tutkimus noudattaa uskottavuuskriteeriä, mikäli ongelmaan saadaan ratkaisu, tutkimus tuottaa järkeviä ja konkreettisia tuloksia, luotuja merkityksiä tarkastellaan uskottavuudeltaan toisessa tilan-

teessa sekä kontekstuaalisia ominaisuuksia historiallisia tekijöitä verrataan keskenään. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena selvittää kemian opettajien toiveita pedagogiselle tulle sekä tuen vaikutuksia tietotekniikan hyödyntämiseen opetuksessa. Ratkaisu tutkimusongelmaan esitellään luvuissa 7.2 ja 7.3. Tutkimus ei sitoudu tiettyyn kontekstiin, vaan se voidaan toteuttaa missä tahansa koulussa, jossa on mahdollisuus asentaa tietokoneisiin molekyylihallinnusohjelma. Aiemmistä tutkimuksista kerrottiin tuloksia luonnontieteiden opettajien TVT:n käyttöön liittyen. Tässä tutkimuksessa selvitettiin kemian opettajien TVT:n käyttöä ja pedagogisen tuen tarvetta sekä vaikutuksia, joita selvitettiin myös tutkimuksen teoriataustassa aiempien tutkimusten perusteella. Teoriataustaa verrattiin tämän tutkimuksen tuloksiin pohdintaosuudessa.

Tutkimuksen varmuuskriteeri täyttyy, kun tutkija huomioi ennako-oletukset selvittäen kontekstin muutokset sekä niiden vaikutukset lähestymistapaan [134]. Vahvistuvuus-kriteeri edellyttää, että aiemmat tutkimukset tukevat tehdyn tutkimuksen tulkintoja [29]. Tutkimuksen teoriataustassa selvitettiin luonnontieteiden opettajien TVT:n opetuskäyttöä aluksi SITES-tutkimukseen [70] perustuen. Tämän tutkimuksen aikana julkaistiin Opetusteknologia koulun arjessa (OPTEK) -tutkimushankkeen [68] tulokset, joita verrattiin SITES-tutkimuksen [70] tuloksiin. Tarkasteluun pyrittiin ottamaan mukaan myös muita mahdollisimman uusia tutkimuksia. Lopulliseen tutkimuksen lähestymistapaan vaikutti myös tutkimuksen empiirisen osuuden alussa tehty selvitys tutkimushenkilöiden tarpeesta, kokemuksesta ja halusta osallistua pedagogisen tuen projektiin sekä mahdollisuudet käyttää tietotekniikkaa opetuksessa kyseisissä kouluissa.

7.5 Tulevaisuuden näkymät

Tutkimuksen lähtökohtana todettiin, että tietotekniikkaa hyödynnetään luonnontieteiden opetuksessa mahdollisuuksiin ja investointeihin nähden vähän. Yhtenä tarkoituksena tässä tutkimuksessa oli aikaisempien tutkimusten pohjalta analysoida, miten tietotekniikan käyttöä voitaisiin edistää luonnontieteiden opetuksessa. Aluksi selvitettiin, mitkä ovat suurimmat esteet tietotekniikan hyödyntämisessä luonnontieteiden opetuksessa ja miten tietotekniikan hyödyntämiseen liittyvät ongelmat voidaan ratkaista. Tietotekniikan hyödyntämistä luonnontieteiden opetuksessa on mahdollista edistää monilla keinoilla. Kuitenkaan lisäämällä sitä, mistä on puutetta, ei johda koko ongelman ratkaisemiseen. Esimerkiksi laitteistoon investoiminen

ei tarkoita, että laitteistoa myös hyödynnetään. Tietotekniikan hyödyntämiseen opetuksessa opettajat tarvitsevat vinkkejä ja malleja tietotekniikan pedagogisen käytön asiantuntijoilta.

Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa on jäänyt Suomessa maailmanlaajuisesti keskitasolle. TVT:n käytön edistämiseksi luonnontieteiden opetuksessa on syytä ryhtyä toimenpiteisiin. Oikeanlainen tietotekniikan hyödyntäminen helpottaa ja tehostaa opettamista, mutta säännöllisesti sitä käyttää opetukseen vain pieni osa luonnontieteiden opettajista. Opettajien tietoisuutta TVT:n opetuskäytön mahdollisuuksista voitaisiin parantaa esimerkiksi pedagogista tukea lisäämällä. Tietotekniikan käyttöä ei kuitenkaan saada yksittäisillä muutoksilla lisättyä merkittävästi, vaan olisi panostettava laajaan muutokseen. Kuten Fullanin peruseriaatteisiin kuuluu: "Ongelmat ovat väistämättömiä muutettaessa asioita" [35, s. 25-28] ja "Jokainen henkilö on muutosagentti. Jotta muutos voisi onnistua, jokaisen organisaatioon kuuluvan henkilön on osallistuttava muutosprosessiin" [35, s. 39-40]. Riittäväillä investoinneilla ja päättäväisyydellä tietotekniikan opetuskäyttö saadaan nostettua suomalaiskouluissa takaisin kärkimaiden tasolle.

7.6 Jatkotutkimuskohteita

Tässä tutkimuksessa selvitettiin minkälaista pedagogista tukea kemian opettajat tarvitsevat ja miten tuki vaikuttaa opetukseen. Tutkimuksen teoriataustassa todettiin, että ilman tukea on vaarana, että opettajat siirtyvät teknologian kokeilun jälkeen käyttämään vanhoja opetustapojaan. Lisäksi todettiin, että opettajilla on lieviä vaikeuksia TVT:n kehityksen mukana pysymisessä. Mahdollinen jatkotutkimus voisi liittyä pedagogisen tuen pysyvämpiin vaikutuksiin tai eri muodoissa annetun tuen vaikutusten selvittämiseen.

8 Lähteet

- [1] Adams, W.K. 2010. Student engagement and learning with PhET interactive. *Il Nuovo Cimento*. Colorado.
- [2] Algodoo-ohjelman WWW-sivu. <http://www.algodoo.com/wiki/Home>. Viitattu 15.3.2012.
- [3] Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Opetushallitus, Edita Oy.
- [4] Aksela, M. & Karjalainen, V. 2008. *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Kemian opetuksen keskus. Helsingin yliopisto.
- [5] Aksela, M. & Lundell, J. 2008. Computer-based molecular modelling: Finnish school teachers experiences and views. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 301- 308.
- [6] Aksela, M., Lundell, J. & Pernaa, J. 2008. Molekyylimallinnuksen mentoreita kemian opetuksen ja oppimisen tueksi. *Kemian Opetuksen Päivät 2008: Uusia oppimisympäristöjä ja ongelmalähtöistä oppimista*. Kemian opetuksen keskus. Helsingin yliopisto.
- [7] Aksela, M. & Pernaa, J. 2009. Uutta tieto- ja viestintäteknikkaa matemaattisluonnontieteellisten aineiden opetukseen. *Esitys Virtuaaliopetuksen päiviltä 23.11.2009*. Saatavilla: http://www.oph.fi/download/116530_aksela_ernaa_virope_231109.pdf. Viitattu 8.2.2012.
- [8] Anttila, P. 1996. *Tutkimisen taito ja tiedon hankinta*. Helsinki: Akatiimi.
- [9] ArgusLab-ohjelman WWW-sivu. <http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html>. Viitattu 15.3.2012.
- [10] Arjen tietoyhteiskunta. 2010. *Kansallinen tieto- ja viestintäteknikan opetus käytön suunnitelma*. Saatavilla: http://www.arjentietoyhteiskunta.fi/files/313/TVT_opetuskayton_suunnitelma_011210_%282%29.pdf. Viitattu 8.2.2012.

- [11] Arjen tietoyhteiskunta. 2010. Lisämateriaaleja kansalliseen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön suunnitelmaan 2010.
- [12] Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunta. 2010. Tieto- ja viestintätekniikka koulun arjessa 2009. Saatavilla: http://www.arjentietoyhteiskunta.fi/files/222/Valiraportti_29.1.2010.pdf. Viitattu 8.2.2012.
- [13] Becker, K. & Jacobsen, M. 2005. Games for learning: are schools ready for what's to come? Canada. Calgary. Faculty of Education University of Calgary. Educational Technology.
- [14] Bitner, N. & Bitner, J. 2002. Integrating technology into the classroom. Eight keys to success. J. Technol. Teach. Educ. 10, 95-100.
- [15] CAChe-ohjelman WWW-sivu. <http://www.cachesoftware.com>. Viitattu 15.3.2012.
- [16] Calhoun, E. 2002. Action Research for School Improvement. Educational Leadership, v59 n6 p18-24 Mar 2002.
- [17] Celestia-ohjelman WWW-sivu. <http://www.shatters.net/celestia>. Viitattu 5.5.2010.
- [18] ChemDoodle-ohjelman WWW-sivu. <http://web.chemdoodle.com>. Viitattu 15.3.2012.
- [19] ChemDraw-ohjelman WWW-sivu. <http://www.cambridgesoft.com/software/ChemDraw>. Viitattu 15.3.2012.
- [20] ChemSense-ohjelman WWW-sivu. <http://chemsense.sri.com>. Viitattu 15.3.2012.
- [21] ChemSketch-ohjelman WWW-sivu. http://www.acdlabs.com/resources/free_ware/chemsketch. Viitattu 15.3.2012.
- [22] Coogan, K. & Kangas, S. 2001. Nuoret ja kommunikaatioakrobatia. 16-18-vuotiaiden kännykkä- ja internetkulttuurit. Helsinki. Nuorisotutkimusverkosto. Elisa tutkimuskeskus. Saatavilla: http://www.nuorisotutkimusseura.fi/sites/default/files/verkkojulkaisut/Coogan%20%26%20Kangas_Nuoret%20ja%20kommunikaatioakrobatia.pdf. Viitattu 8.2.2012.

- [23] Cook, L. & Friend, M. 1995. Co-teaching: Guidelines for creating effective practices. *Focus on Exceptional Children*, 28, 1-16.
- [24] Cooke, B. & Cox, J. W. 2005. *Fundamentals of Action Research. (Volum I-IV)*. London: Sage Publications.
- [25] Edumol – Avoin luonnontieteiden oppimisympäristö: <http://www.edumol.fi>. Viitattu 14.2.2012.
- [26] Edumol-mallinnusympäristö. <http://www.edumol.fi/mallinnus>. Viitattu 15.3.2012.
- [27] Ekonoja, A., Hiltunen, L. & Markkanen, M. 2009. Tietotekniikan tulevaisuus: viihdettä kotona vai käyttötaitoja koulussa? *eDimensio* -lehden numerossa 2/2009. s. 62.
- [28] Elliott, M. J., Stewart, K. K. & Lagowski, J. J. 2008. The Role of the Laboratory in Chemistry Instructions. *Journal of Chemical Education*, 85(1), 145-149.
- [29] Eskola, J. & Suoranta, J. 2000. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere. Vastapaino.
- [30] Federley, M. 2009. *Hybridioppikirja koululaisten kokeiltavana. Teknologiasta liiketoimintaa*. VTT. Saatavilla: http://www.vtt.fi/files/news/2009/Hybridioppikirja/Final_Maija_Hybridioppikirja_kalvot.pdf. Viitattu 8.2.2012.
- [31] Ferrance, E. 2000. *Action research*. Northeast and Islands Regional Educational Laboratory at Brown University.
- [32] Fordell, T. 2008. *Tulevaisuuden luokkahuone. Onko kaikki kiinni vain tekniikasta?*. Esitys konferenssissa *Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa* 17.4.2008. Saatavilla: <http://www.hameenkesayliopisto.fi/itk08/documents/ESITYSVERSIO.ppt>. Viitattu 8.2.2012.
- [33] Franssila, H. & Pehkonen, M. 2004. *Tieto- ja viestintätekniikka peruskoulun ja lukion opettajien työssä. Tapaustutkimus Tampereelta*. Tampereen yliopiston hypermedialaboratorio.
- [34] FreewareFiles.com. WWW-sivu. <http://www.freewarefiles.com>. Viitattu 8.2.2011.

- [35] Fullan, M. 1993. *Change forces: Probing the depths of educational reform*. New York: The Falmer Press.
- [36] Gabel, D. 1999. Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- [37] Gahr, A. A. 2003. Cooperative Chemistry: Concept Mapping in the Organic Chemistry Lab. *Journal of College Science Teaching*, 32(5), 311-315.
- [38] Gaunt, J., Morgan, N., Somers, R., Soper, R. & Swain, E. 2009. Opas informaatiolukutaidon opetukseen. Kokkola. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu.
- [39] Ghemical-ohjelman WWW-sivu. <http://www.bioinformatics.org/ghemical/ghemical>. Viitattu 5.5.2010.
- [40] Google Earth -ohjelman WWW-sivu. <http://earth.google.com>. Viitattu 5.5.2010.
- [41] Greenwood, D. J. & Levin, M. 1998. *Introduction to action research: Social research for social change*, 2nd Edition. Thousand Oaks, California: Sage.
- [42] Haaparanta, H. 2008. *Tietokoneet perusopetuksen opettajan arkipäivässä: Opettajien työhyvinvoinnin, työuupumuksen ja koulun tietostrategioiden vaikutukset teknologia-asenteeseen*. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Väitöskirja.
- [43] Heikkinen, H. L. T. 2007. *Toimintatutkimuksen lähtökohdat*. Teoksessa Heikkinen, H., Rovio, E. & Syrjälä, L. *Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- [44] Heikkinen, H. L. T., Kontinen, T. & Häkkinen, P. 2006. *Toiminnan tutkimisen suuntaukset*. Teoksessa Heikkinen, H., Rovio, E. & Syrjälä, L. *Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- [45] Heikkinen, H. L. T. & Rovio, E. 2006. *Toimintatutkimuksen raportointi*. Teoksessa Heikkinen, H., Rovio, E. & Syrjälä, L. *Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*. Helsinki: Kansanvalistusseura.

- [46] Heikkinen, H. L. T. & Syrjälä, L. 2006. Tutkimuksen arviointi. Teoksessa Heikkinen, H., Rovio, E. & Syrjälä, L. Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- [47] Heinämäki, L. 2007. Varhaista tukea koulun arkeen – Työvälineenä kehittämisvalikko. Stakes.
- [48] Helsingin yliopisto. 2008. Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen opetuksessa ja opiskelussa. Cicero Learning. Helsinki.
- [49] Helsingin yliopisto. Avoin yliopisto. Pedagoginen tuki. WWW-sivu. http://www.avoin.helsinki.fi/opettajille/pedagoginen_tuki.htm. Viitattu 6.1.2013.
- [50] Hiltunen, L. 2010. Enhancing web course design using action research. Jyväskylä. Studies in Computing 125. Väitöskirja.
- [51] Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Helsinki University Press.
- [52] Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Tammi, Helsinki.
- [53] Hofer, M., Chamberlin, B. & Scot, T. 2004. Fulfilling the Need for a Technology Integration Specialist. T H E Journal (Technological Horizons In Education), Vol. 32.
- [54] Holter, I.M. & Schwartz-Barcott, D. 1993. Action research: what is it? How has it been used and how can it be used in nursing? Journal of Advanced Nursing, 1993, Feb; 18(2): 298-304.
- [55] Huovinen, T. & Rovio, E. 2006. Toimintatutkija kentällä. Teoksessa Heikkinen, H., Rovio, E. & Syrjälä, L. Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- [56] HyperChem Lite -ohjelman WWW-sivu. <http://www.hyper.com>. Viitattu 15.3.2012.
- [57] Ilmaisohjelmat.fi. WWW-sivu. <http://www.ilmaisohjelmat.fi/opetuskayttöön>. Viitattu 5.5.2010.
- [58] Ilomäki, L. & Lakkala, M. 2010. Koulun kehittäminen ja digitaalinen teknologia.

- [59] ITNyt.fi. WWW-sivu. <http://www.itnyt.fi/it-uutiset/3962-oululainen-koulu-nbspalkaa-testatanbspwindows-phone-puhelimia>. Viitattu: 13.11.2012.
- [60] JChemPaint-ohjelman WWW-sivu. <http://sourceforge.net/apps/mediawiki/cdk/index.php?title=JChemPaint>. Viitattu 15.3.2012.
- [61] JDraw-ohjelman WWW-sivu. <http://accelrys.com/products/informatics/cheminformatics/draw/jdraw.php>. Viitattu 15.3.2012.
- [62] Jmol-ohjelman WWW-sivu. <http://jmol.sourceforge.net>. Viitattu 15.3.2012.
- [63] Johnson, B. 1993. Teacher as researcher. Washington, DC: ERIC Clearinghouse on Teacher Education.
- [64] Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunnan opinto-opas. Opintojaksokoodi: TIES465. Jyväskylä. Saatavilla: <http://opinto-opas.jyu.fi/it/2010/opas/html>. Viitattu 19.11.2012.
- [65] Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. 2006. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY.
- [66] Jääskeläinen, P. & Aksela, M. 2008. Tietokoneavusteinen molekyylihallinnus -oppimisympäristö yhdeksäsluokkalaisten oppilaiden kemian kiinnostuksen tukena. Kemian Opetuksen Päivät 2008: Uusia oppimisympäristöjä ja ongelmalähtöistä oppimista. Helsingin yliopisto.
- [67] Kaisto, J. 2006. Tieto- ja viestintätekniiikan merkitys ymmärtävälle oppimiselle. Oulun yliopisto. Esitys seminaarissa Oppimisympäristöjä kehittämässä 28.-29.9.2006.
- [68] Kankaanranta, M. 2011. Opetusteknologia koulun arjessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [69] Kankaanranta, M., Palonen, T., Kejonen, T. & Ärje, J. 2011. Tieto- ja viestintätekniiikan merkitys ja käyttömahdollisuudet koulun arjessa. Opetusteknologia koulun arjessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [70] Kankaanranta, M. & Puhakka, E. 2008. Kohti innovatiivista tietotekniikan opetuskäyttöä. Kansainvälisen SITES 2006 -tutkimuksen tuloksia. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.

- [71] Karttunen, A. 2008. Opetusmateriaalin suunnittelu ja valmistus erityisopetukseen. Kehittämishankeraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- [72] Kaya, O. N. 2008. A Student-Centred Approach: Assessing the Changes in Prospective Science Teachers? Conceptual Understanding by Concept Mapping in a General Chemistry Laboratory. *Research in Science Education*, 38(1), 91-110.
- [73] Kelly, R. M. & Jones, L. L. 2007. Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429.
- [74] Kettula, E. & Repola, T. 2008. Samanaikaisopetuksen rakentuminen ja toteutuminen opettajien kertomana. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Erityispedagogiikan yksikkö.
- [75] Kiliç, Z., Kaya, O. N. & Dogan, A. 2004. Effects of Students' Pre- and Post-Laboratory Concept Maps on Students' Attitudes toward Chemistry Laboratory in University General Chemistry, Online Submission. Istanbul. Turkki.
- [76] Korpi, M., Niemi, P., Ovaskainen, T., Siekkinen, P. & Junttila, V. 2000. Virtuaalinen oppimisympäristö koulutusta järjestävän organisaation työvälteenä. Jyväskylän yliopisto. Tietotekniikan tutkimusinstituutin julkaisuja 7. Jyväskylä.
- [77] Koshy, V. 2008. Action research for improving practice: A practical guide. London: Sage.
- [78] Koskinen, J. 2011. Tieto- ja viestintäteknikka osana koulun arkea – muutoksen moottori. Opetusteknologia koulun arjessa II. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [79] Kotilainen, M-R. 2011. Mobiiliuden mahdollisuuksia oppilaslähtöisen sisälöntuotannon tukemisessa portfolio työskentelyssä. Opetusteknologia koulun arjessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [80] Kozma, R. & Russell, J. 2005. Students becoming chemists: Developing representational competence. Kirjassa J. K. Gilbert (Toim.), *Visualization in Science Education* (s. 121-146). Dordrecht: Springer.

- [81] Kuula, A. 1999. Toimintatutkimus. Kenttätyötä ja muutospyrkimyksiä. Tampere: Vastapaino.
- [82] Lankshear, C. & Knobel, M. 2006. New literacies: Everyday practices & classroom learning. 2nd edition. Maidenhead and New York: Open University Press.
- [83] Lewandowski, M. 2007. Yritysten kokemuksia ITMyly-hankkeesta. Tietotekniikan tutkimusinstituutti. Jyväskylän yliopisto.
- [84] Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. 1985. Naturalistic Inquiry. Beverly Hills, CA: Sage.
- [85] Lounaskorpi, P. 2004. Verkkovälitteisen koulutuksen tuotantomallista verkko-opetuksen jokapäiväiseen käyttöön pienin askelin, uusilla malleilla ja didaktisten taitojen avulla oppilaitosten työvälineeksi Keski-Suomessa. Teoksessa Lehtonen, M. & Roukamo, H. (toim.) Lapin tietoyhteiskuntaseminaarin tutkijatapaamisen artikkelijulkaisu 2004. Lapin yliopisto, Kasvatustieteiden tiedekunta, Mediapedagogiikkakeskus. Rovaniemi.
- [86] Lumauutiset, valtakunnallinen luonnontieteiden, matematiikan ja teknologian opetuksen verkkolehti. 2010 Helmikuu. Saatavilla: <http://www.helsinki.fi/luma/tiedotus/uutiskirjearkisto/2010/helmikuu.pdf>. Viitattu 7.4.2010.
- [87] LUMA-neuvottelukunta. Strategia 2010-2013. Saatavilla: http://www.luma.fi/files/strategia_2010-2013.pdf. Viitattu 15.2.2012.
- [88] Maanselkä, V. 2008. Simulaatiot fysiikan opetuksessa, opetuskokeilu, sekä ennakkokäsitysten tutkielma termodynamiikasta. Karigasniemen koulu. Saatavilla: http://www.karigasniemenkoulu.fi/projektitekstit/opetuskokeilu_term3.pdf. Viitattu 8.2.2012.
- [89] Matemaattisten aineiden Opettajien Liitto (MAOL ry) & Teollisuus ja Työntekijät (TT). 1996. Matemaattiset aineet yläasteissa ja lukiossa – Opetusmenetelmät, -tilat ja -välineet. Helsinki.
- [90] Materials Studio -ohjelman WWW-sivu. <http://accelrys.com/products/materials-studio>. Viitattu 15.3.2012.
- [91] Meisalo, V. & Lavonen, J. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa. Opetushallitus. Painatuskeskus. Helsinki.

- [92] Meisalo, V., Lavonen, J., Sormunen, K. & Vesisenaho, M. 2010. ICT in Initial Teacher Training. Finland. Country report. OECD CERl, New Milleniun Learners. Department of Teacher Education, University of Helsinki and School of Applied Education and Teacher Education, University of Eastern Finland.
- [93] Merrill, C. 2004. Action Research and Technology Education. *The Technology Teacher*, Vol. 63, 2004.
- [94] Muukkonen, J. 2007. Multimedian käyttö opetuksessa – havainto- ja oppimispsykologisia näkökohtia. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Esitys tapahtumassa Itäsuomalaista opetusteknologiaa (ISOT) 14.11.2007. Saatavilla: <http://www.scp.fi/isot2007/esitykset/linja4/muukkonen.pdf>. Viitattu 10.5.2010.
- [95] Niemi, P., Ovaskainen, T., Törmälä, V. & Saranen, R. 1999. Multi- ja hypermedia historian ja yhteiskuntaopin opiskelussa. Etäopetus Multimediaverkoissa. Digitaalisen median raportti. Helsinki. Teknologian kehittämiskeskus.
- [96] Nieminen, T. 2008. Yhteistyötä yli ainerajojen – samanaikaisopetusta Lempäälässä, *Dimensio* 1/2008, s. 63.
- [97] Niinisaari, R. 2007. Oppimisen tukeminen tieto- ja viestintätekniiikan avulla II-asteella. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tietotekniikan osasto.
- [98] Norrena, J. & Kankaanranta, M. 2010. Lähtökohtia sekä periaatteita tieto- ja viestintätekniiikan innovatiiviselle opetuskäytölle. Teoksessa Viteli, J. & Östman, A. (toim.): Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa 2010 -konferenssin tutkijatapaamisen artikkelit. Tampere: Tampub, 4–9.
- [99] Odyssey-ohjelman WWW-sivu. <http://www.wavefun.com/products/odyssey/odyssey.html>. Viitattu 15.3.2012.
- [100] Opetushallitus. 2003. Lukion opetussuunnitelman perusteet. Helsinki.
- [101] Opetushallitus. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki.
- [102] Opetushallitus. 2005. Perusopetuksen tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön sekä oppilaiden tieto- ja viestintätekniiikan perustaitojen kehittämissuunnitelma. Helsinki.

- [103] Opetushallitus. 2011. Opettajat Suomessa 2010. Koulutuksen seurantaraportit 2011:6. Tampere: Opetushallitus.
- [104] Opetusministeriö. 2004. Koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma 2004-2006. Opetusministeriön julkaisuja 2004:12. Opetusministeriö.
- [105] Pakarinen, K., Kyttälä, M. & Sinkkonen, H-M. 2010. Samanaikaisopetus – mahdollisuus vai mahdottomuus? Artikkelikokoelma Erika-lehden numerossa 1/2010. Täydennyskoulutuskeskus. Jyväskylän yliopisto.
- [106] Pelgrum, W. 2008. School practices and conditions of pedagogy and ICT. Teoksessa N. Law, W. Pelgrum & T. Plomp (toim.) Pedagogy and ICT use in schools around the world. Findings from the IEA SITES 2006 study. The University of Hong Kong. Comparative Education Research Center, 67-120.
- [107] Periodic Table Classic -ohjelman WWW-sivu. <http://www.freshney.org/education/pt>. Viitattu 5.5.2010.
- [108] Perna, J. 2010. Tieto- ja viestintäteknikkaan pohjautuvat oppimisympäristöt ja koulutus kemian oppimisen ja opetuksen tukena. Helsingin yliopisto.
- [109] Perna, J. 2011. Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen. Helsingin yliopisto.
- [110] PhET – Physics Education Technology -sivusto. <http://phet.colorado.edu/fi>. Viitattu 15.3.2012.
- [111] Ptable-ohjelman WWW-sivu. <http://www.phtable.com/>. Viitattu 15.3.2012.
- [112] Pålshaugen, Ø. 2006. Dilemmas of action research – an introduction. International Journal of Action Research 2(2), 149-162.
- [113] Reason, P. & Bradbury, H. 2001. Handbook of Action Research. Participative Inquiry and Practice. London: Sage Publications.
- [114] Reinikainen, P. 2007. Lasten television katselulla yhteys oppimistuloksiin. Koulutuksen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 22. Jyväskylän yliopisto.
- [115] Rogers, E. M. 1962. Diffusion of Innovations, 1st edition. New York: Free Press.
- [116] Rogers, E. M. 1995. Diffusion of Innovations, 4th edition. New York: Free Press.

- [117] Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Saatavilla verkossa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>. Viitattu 16.4.2012.
- [118] Sahlberg, P. 1997. Opettajana koulun muutoksessa. Opetus 2000. Porvoo: WSOY.
- [119] Saini-Eidukat, B., Schwert, D. P. & Slator, B. M. 2002. Geology Explorer: Virtual Geologic Mapping and Interpretation. Computers and Geosciences. 28(2002), 1167-1176. Fargo. North Dakota State University. Department of Computer Science.
- [120] Salo, M., Kankaanranta, M., Vähähyppä, K. & Viik-Kajander, M. 2011. Tulevaisuuden taidot ja osaaminen. Asiantuntijoiden näkemyksiä vuonna 2020 tarvittavasta osaamisesta. Opetusteknologia koulun arjessa II. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [121] Schank, P. & Kozma, R. 2002. Learning chemistry through the use of a representation- based knowledge building environment. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 21(3), 253-279.
- [122] Sisällönsuunnittelun SISU-hanke. 2006. Loppuraportti. Saatavilla: <http://opetti.aokk.hamk.fi/sisu/LOPPURAPORTTI.doc>. Viitattu: 8.2.2012.
- [123] Sormet-hanke. WWW-sivusto. <http://sormet.ejuttu.fi>. Viitattu 13.11.2012.
- [124] Sormet-hanke. Sormet 2 starttaa!. WWW-sivusto. <http://sormet.ejuttu.fi/artikkeli/sormet-2-starttaa>. Viitattu 14.11.2012.
- [125] Spartan-ohjelman WWW-sivu. <http://www.wavefun.com>. Viitattu 15.3.2012.
- [126] Squire, K., Barnett, M., Grant, J. M. & Higginbotham, T. 2004. Electromagnetism supercharged! Learning physics with digital simulation games. 513-520. International conference on learning sciences (ICLS'04). Santa Monica. California.
- [127] Stellarium-ohjelman WWW-sivu. <http://www.stellarium.org/fi>. Viitattu 7.5.2010.

- [128] Stensvold, M. & Wilson, J. T. 1992. Using Concept Maps as a Tool to Apply Chemistry Concepts to Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 230-232.
- [129] Sulkavan lukio. 2009. Sulkavan lukion uusille opiskelijoille kannettava minitietokone!. Saatavilla: <http://www.sulkavanlukio.fi/wb/sivut/uutiset/sulkavan-lukion-uusille-opiskelijoille-kannettava-minitietokone63.php>. Viitattu 7.4.2010.
- [130] Tampereen kaupungin tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön portaali. 2012. Tampereen kaupungin lukio-opetuksen TVT-strategia: Pedagoginen tuki ja kehittämistavoitteet. Tampere. Saatavilla: http://tvt.tampere.fi/lukiokoulutuksen_tvt-strategia/tvt-tukipalvelut/pedagoginen_tuki. Viitattu 10.2.2012.
- [131] Tampereen kaupungin tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön portaali. 2012. Tampereen kaupungin perusopetuksen TVT-strategia: Pedagoginen tuki ja kehittämistavoitteet. Tampere. Saatavilla: http://tvt.tampere.fi/perusopetuksen_tvt-strategia/tvt-tukipalvelut/pedagoginen_tuki. Viitattu 10.2.2012.
- [132] Tampereen kaupunki. 2006. Perusopetuksen tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön strategia 2007-2011. Perusopetuksen tv-t-strategiatyöryhmä. Tampere. Saatavilla: <http://tvt-tampere-fi-bin.directo.fi/@Bin/96693aa6489f68e4010ac9a1eb89cb5d/1272872180/application/pdf/1555851/Tampereen%20tvt-strategia%202007-2011.pdf>. Viitattu 8.2.2012.
- [133] Tietokone-lehti. WWW-sivu: http://www.tietokone.fi/uutiset/tulevaisuuden_koulu_pc_t_joka_oppilaalle_ja_opettajalle. Viitattu: 13.11.2012.
- [134] Trochim, W. M. K. 2002. *The research methods knowledge base*, 2nd Edition. Cincinnati: Atomic Dog.
- [135] Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- [136] Tuomi, L. 2006. Opettajien kokemuksia tietotekniikkaa hyödyntävästä opetuksesta ja tietotekniikan käytöstä osana koulujen arkea. *Tapaustutkimus Opit -palvelun käyttöönotosta tamperelaisissa kouluissa*. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden laitos.

- [137] Turkki, T. 2009. Nykyaikaa etsimässä. Suomen digitaalinen tulevaisuus. Helsinki: Taloustieto Oy.
- [138] Ulicsak, M., Facer, K. & Sandford, R. 2007. Issues impacting games-based learning in formal secondary education. Draft paper accepted by IJATL. Saatavilla: http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/external_publications/Teaching_with_Games_IJATL.pdf. Viitattu 8.2.2012.
- [139] Vaartela, P. Mikä ihmeen dokumenttikamera?. WWW-artikkeli. Audiovisuaalisen ammattiviestinnän toimialaliitto AVITA. Saatavilla: http://www.avita.org/site/?lan=1&page_id=99. Viitattu 8.2.2012.
- [140] Vainionpää, J. 2006. Erilaiset oppijat ja oppimateriaalit verkko-opetuksessa. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.
- [141] Valkeajärvi, T. 2008. Vierikoulutus osana työssäoppimista toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa – Kaupan ja hallinnon alan opettajien sekä opiskelijoiden käsityksiä ja kokemuksia. Kehittämishankeraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Ammatillinen opettajakorkeakoulu.
- [142] Valtioneuvoston kanslia. 2006. Uudistuva, ihmisläheinen ja kilpailukykyinen Suomi. Kansallinen tietoyhteiskuntastrategia 2007–2015. Helsinki.
- [143] Valtioneuvoston kanslia. 2007. Pääministeri Matti Vanhasen II hallituksen ohjelma. Helsinki.
- [144] Veermans, M. & Tapola, A. 2006. Motivaatio ja kiinnostuneisuus. Teoksessa Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY.
- [145] Verkkoveräjien WWW-sivu. Peda.net. <http://www.peda.net/veraja/karstula/lukio/aineet/aidinkieli/erkka>. Viitattu 22.3.2012.
- [146] Vermaat, J. H., Kramers-Pals, H. & Schank, P. 2003. The use of animations in chemical education. The association for educational communications and technology. Anaheim. USA.
- [147] Virkkunen, H. 2009. Takaisin tietotekniikan eturiviin. Opettaja 46, 12. Saatavilla verkossa: http://www.opettaja.fi/pls/portal/docs/PAGE/OPETTAJA_LEHTI_EPAPER_PG/2009_46/141082.htm. Viitattu 8.2.2012.

- [148] Virvou, M., Manos, C., Katsionis, G. & Tourtoglou, K. 2002. VR-ENGAGE: A virtual reality educational game that incorporates intelligence. Greece. Piraeus. University of Piraeus. Department of Informatics.
- [149] World Wind -ohjelman WWW-sivu. <http://worldwind.arc.nasa.gov/java>. Viitattu 7.5.2010.
- [150] Wulff, A. 2005. Tietoverkkojen hyödyntäminen opetuksessa opiskelijan näkökulmasta. Yliopistopedagogiikan PD-koulutuksen kehittämishankkeen loppuraportti. Kuopion yliopisto.
- [151] Ziegler, M. 2001. Improving Practice Through Action Research. *Adult Learning*, Vol. 12, 2001.

Liitteet

Liite 1: Tuntisuunnitelma – Ensimmäinen sykli

Opetussisältö	Hiilivetyjen mallintaminen Jmol-ohjelmalla. Mallinnuksen aloittaminen. Atomin ja sidoksen lisääminen sekä poistaminen. Kaksois- ja kolmoissidoksen luominen. Rakenteen automaattinen optimointi. Rakennettavat molekyylit: vesi, metaani, etyyli, etanoli, metanoli sekä lisätehtävänä bentseeni ja etikkahappo.
Organisointi	Opetus tapahtuu ATK-luokassa. Pedagoginen tukihenkilö on opitunnin opetuksessa mukana.
Keskeiset käsitteet	– Hiilivety. Hiilestä ja vedystä muodostuva orgaaninen yhdiste. – Orgaaninen yhdiste. Yleisin molekyyli, joka sisältää hiili-hiili-sidoksia. – Sidos. Yhdistää atomit. – Jmol. Molekyylihallinnuksessa käytettävä tietokoneohjelma.
Oppilaan tavoitteet	Oppilas etsii molekyylin rakennekaavan, josta hän osaa muodostaa molekyylihallinnin. Oppilas palauttaa mieleen hiilivetyjen rakennekaavoja, saa oikean käsityksen hiilivetyjen rakenteesta kolmiulotteisten mallien avulla ja oppii muodostamaan mielikuvan kolmiulotteisesta molekyylistä rakennekaavan perusteella.
Opettajan ja tukihenkilön tavoitteet	Saadaan ohjattua oppilasta oppimistavoitteisiin pääsemiseksi.
Pedagogisen tuen tavoitteet	Opettaja tutustuu Jmol-ohjelman käyttöön opetuksessa. Hän saa konkreettisen esimerkin Jmol-ohjelman hyödyntämisestä kemian opetuksessa ja uskaltaa käyttää sitä jatkossa opetuksessaan ilman tukea.
Ohjelmat/työkalut	Mallinnuksessa käytetään Jmol-ohjelmaa, joka vaatii Java-ajoympäristön. Ohjelman esittelyssä käytetään pedagogisen tukihenkilön tekemiä YouTube-videoita.
Arviointi	Oppilas ymmärtää hiilivetyjen rakenteen ja saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä.

Tunnin kuvaus

Aika (min)	Tapahtuma	Tavoite	Toimija
0 – 5	Tunnin aloitus-toimet	Oppilaat menevät tietokoneiden ääreen ja kirjautuvat niille joko omilla tai koulun tunnuksilla	Oppilaat
5 – 10	Johdatus oppitunnin aiheeseen	Oppilaille kerrotaan tunnin kulku ja tavoite.	Opettaja
10 – 15	Jmol-ohjelman esittely	Oppilaille esitellään Jmol-ohjelman tärkeimmät toiminnot sekä mihin molekyylit tallennetaan. Käytetään apuna YouTube-videoita	Pedagoginen tukihenkilö
15 – 45	Omaan tahtiin mallintaminen	Molekyylien mallintaminen oppilaiden omaan tahtiin	Opettaja opettaa sisällön, tukihenkilö tietoteknisen asian.

Liite 2: Tuntisuunnitelma – Toinen sykli

Opetussisältö	Hiilivetyjen mallintaminen Jmol-ohjelmalla. Mallinnuksen aloittaminen. Atomin ja sidoksen lisääminen sekä poistaminen. Kaksois- ja kolmoissidoksen luominen. Rakenteen automaattinen optimointi. Molekyylin tallentaminen. Rakennettavat molekyylit: vesi, metaani, etyyli ja 4-etyyliheptaani.
Organisointi	Opetus tapahtuu ATK-luokassa. Pedagoginen tukihenkilö on opitunnin opetuksessa mukana.
Keskeiset käsitteet	<ul style="list-style-type: none">– Hiilivety. Hiilestä ja vedystä muodostuva orgaaninen yhdiste.– Orgaaninen yhdiste. Yleisin molekyyli, joka sisältää hiili-hiili-sidoksia.– Sidos. Yhdistää atomit.– Jmol. Molekyylimallinnuksessa käytettävä tietokoneohjelma.
Oppilaan tavoitteet	Oppilas saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä ja tallennettua ne kuvina koulun verkkolevylle. Oppilas etsii molekyylin rakennekaavan, josta hän osaa muodostaa molekyylimallin. Oppilas palauttaa mieleen hiilivetyjen rakennekaavoja, saa oikean käsityksen hiilivetyjen rakenteesta kolmiulotteisten mallien avulla ja oppii muodostamaan mielikuvan kolmiulotteisesta molekyylisestä rakennekaavan perusteella.
Opettajan ja tukihenkilön tavoitteet	Saadaan ohjattua oppilasta oppimistavoitteisiin pääsemiseksi.
Pedagogisen tuen tavoitteet	Opettaja tutustuu Jmol-ohjelman käyttöön opetuksessa. Hän saa konkreettisen esimerkin Jmol-ohjelman hyödyntämisestä kemian opetuksessa ja uskaltaa käyttää sitä jatkossa opetuksessaan ilman tukea.
Ohjelmat/työkalut	Mallinnuksessa käytetään Jmol-ohjelmaa, joka vaatii Java-ajoympäristön. Ohjelman esittelyssä käytetään pedagogisen tukihenkilön tekemiä YouTube-videoita.
Arviointi	Oppilas ymmärtää hiilivetyjen rakenteen ja saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä.

Tunnin kuvaus

Aika (min)	Tapahtuma	Tavoite	Toimija
0 – 5	Tunnin aloitus-toimet	Oppilaat menevät tietokoneiden ääreen ja kirjautuvat niille joko omilla tai koulun tunnuksilla	Oppilaat
5 – 10	Johdatus oppitunnin aiheeseen	Oppilaille kerrotaan tunnin kulku ja tavoite. (Muistutetaan, että tarkoituksena on mallintaa kaikki tehtävänannon molekyylit)	Opettaja
10 – 15	Jmol-ohjelman esittely	Oppilaille esitellään Jmol-ohjelman tärkeimmät toiminnot sekä mihin molekyylit tallennetaan. Käytetään apuna YouTube-videoita	Pedagoginen tukihenkilö
15 – 20	Mallintaminen opettajajohtoisesti	Mallinnetaan ensimmäinen molekyyli opettajajohtoisesti.	Opettaja (Tukihenkilö opastaa oppilaita)
20 – 45	Omaan tahtiin mallintaminen	Molekyylien mallintaminen oppilaiden omaan tahtiin. (Muistutetaan tallennuksesta)	Opettaja opettaa sisällön, tukihenkilö tietoteknisen asian.

Liite 3: Tuntisuunnitelma – Kolmas sykli

Opetussisältö	Hiilivetyjen mallintaminen Jmol-ohjelmalla. Mallinnuksen aloittaminen. Atomin ja sidoksen lisääminen sekä poistaminen. Kaksois- ja kolmoissidoksen luominen. Rakenteen automaattinen optimointi. Molekyylin tallentaminen. Rakennettavat molekyylit: vesi, metaani, etyyli, etanoli sekä lisätehtävänä bentseeni, etikka-happo ja 4-etyyliheptaani.
Organisointi	Opetus tapahtuu ATK-luokassa. Pedagoginen tukihenkilö on opitunnin opetuksessa mukana. Materiaalia molekyyleistä ja rakennekaavoista tukihenkilölle.
Keskeiset käsitteet	– Hiilivety. Hiilestä ja vedystä muodostuva orgaaninen yhdiste. – Orgaaninen yhdiste. Yleisin molekyyli, joka sisältää hiili-hiili-sidoksia. – Sidos. Yhdistää atomit. – Jmol. Molekyylimallinnuksessa käytettävä tietokoneohjelma.
Oppilaan tavoitteet	Oppilas saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä ja tallennettua ne kuvina koulun verkkolevylle. Oppilas etsii molekyylin rakennekaavan, josta hän osaa muodostaa molekyylimallin. Oppilas palauttaa mieleen hiilivetyjen rakennekaavoja, saa oikean käsityksen hiilivetyjen rakenteesta kolmiulotteisten mallien avulla ja oppii muodostamaan mielikuvan kolmiulotteisesta molekyylisestä rakennekaavan perusteella.
Opettajan ja tukihenkilön tavoitteet	Saadaan ohjattua oppilasta oppimistavoitteisiin pääsemiseksi.
Pedagogisen tuen tavoitteet	Opettaja tutustuu Jmol-ohjelman käyttöön opetuksessa. Hän saa konkreettisen esimerkin Jmol-ohjelman hyödyntämisestä kemian opetuksessa ja uskaltaa käyttää sitä jatkossa opetuksessaan ilman tukea.
Ohjelmat/työkalut	Mallinnuksessa käytetään Jmol-ohjelmaa, joka vaatii Java-ajoympäristön. Ohjelman esittelyssä käytetään pedagogisen tukihenkilön tekemiä YouTube-videoita.
Arviointi	Oppilas ymmärtää hiilivetyjen rakenteen ja saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä.

Tunnin kuvaus

Aika (min)	Tapahtuma	Tavoite	Toimija
0 – 5	Tunnin aloitus-toimet	Oppilaat menevät tietokoneiden ääreen ja kirjautuvat niille joko omilla tai koulun tunnuksilla	Oppilaat
5 – 10	Johdatus oppitunnin aiheeseen	Oppilaille kerrotaan tunnin kulku ja tavoite. (Muistutetaan, että tarkoituksena on mallintaa kaikki tehtävänannon molekyylit)	Opettaja
10 – 15	Jmol-ohjelman esittely	Oppilaille esitellään Jmol-ohjelman tärkeimmät toiminnot sekä mihin molekyylit tallennetaan. Käytetään apuna YouTube-videoita. Tehtävänanto laitetaan näkyville.	Pedagoginen tukihenkilö
15 – 45	Omaan tahtiin mallintaminen	Molekyyliden mallintaminen oppilaiden omaan tahtiin. (Muistutetaan tallennuksesta)	Opettaja opettaa sisällön, tukihenkilö tietoteknisen asian.

Tehtävänanto

Rakenna seuraavat molekyylit:

- 1. vesi*
- 2. metaani*
- 3. etyyli*
- 4. etanoli*

Muista molekyyliden tallennus!

Oppilaat → Molekyylit → omanimi_molekyyli.jpg

Esimerkki: jussi_metaani.jpg

Liite 4: Tuntisuunnitelma – Neljäs sykli

Opetussisältö	Hiilivetyjen mallintaminen Jmol-ohjelmalla. Mallinnuksen aloittaminen. Atomin ja sidoksen lisääminen sekä poistaminen. Kaksois- ja kolmoissidoksen luominen. Rakenteen automaattinen optimointi. Molekyylin tallentaminen. Rakennettavat molekyylit: vesi, metaani, etyyli, etanoli sekä lisätehtävänä bentseeni, etikka-happo ja 4-etyyliheptaani.
Organisointi	Opetus tapahtuu ATK-luokassa. Pedagoginen tukihenkilö on opitunnin opetuksessa mukana. Materiaalia molekyyleistä ja rakennekaavoista tukihenkilölle.
Keskeiset käsitteet	– Hiilivety. Hiilestä ja vedystä muodostuva orgaaninen yhdiste. – Orgaaninen yhdiste. Yleisin molekyyli, joka sisältää hiili-hiili-sidoksia. – Sidos. Yhdistää atomit. – Jmol. Molekyylimallinnuksessa käytettävä tietokoneohjelma.
Oppilaan tavoitteet	Oppilas saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä ja tallennettua ne kuvina koulun verkkolevylle. Oppilas etsii molekyylin rakennekaavan, josta hän osaa muodostaa molekyylimallin. Oppilas palauttaa mieleen hiilivetyjen rakennekaavoja, saa oikean käsityksen hiilivetyjen rakenteesta kolmiulotteisten mallien avulla ja oppii muodostamaan mielikuvan kolmiulotteisesta molekyylisestä rakennekaavan perusteella.
Opettajan ja tukihenkilön tavoitteet	Saadaan ohjattua oppilasta oppimistavoitteisiin pääsemiseksi.
Pedagogisen tuen tavoitteet	Opettaja tutustuu Jmol-ohjelman käyttöön opetuksessa. Hän saa konkreettisen esimerkin Jmol-ohjelman hyödyntämisestä kemian opetuksessa ja uskaltaa käyttää sitä jatkossa opetuksessaan ilman tukea.
Ohjelmat/työkalut	Mallinnuksessa käytetään Jmol-ohjelmaa, joka vaatii Java-ajoympäristön. Ohjelman esittelyssä käytetään pedagogisen tukihenkilön tekemiä YouTube-videoita.
Arviointi	Oppilas ymmärtää hiilivetyjen rakenteen ja saa mallinnettua vähintään kolme molekyyliä.

Tunnin kuvaus

Aika (min)	Tapahtuma	Tavoite	Toimija
0 – 5	Tunnin aloitus-toimet	Oppilaat menevät tietokoneiden ääreen ja kirjautuvat niille joko omilla tai koulun tunnuksilla	Oppilaat
5 – 10	Johdatus oppitunnin aiheeseen	Oppilaille kerrotaan tunnin kulku ja tavoite. (Muistutetaan, että tarkoituksena on mallintaa kaikki tehtävänannon molekyylit)	Opettaja
10 – 15	Jmol-ohjelman esittely	Oppilaille esitellään Jmol-ohjelman tärkeimmät toiminnot sekä mihin molekyylit tallennetaan (Huom! Kaksoissidosta luodessa molempien atomien ympärillä on oltava punainen kehä. Tuplaklikkaamalla sidos muuttuu kaksoissidokseksi. Punainen kehä saadaan molempiin atomeihin viemällä nuolta hitaasti atomista toisen atomin suuntaan ilman, että painetaan hiiren painikkeita). Käytetään apuna YouTube-videoita. Tehtävänanto laitetaan näkyville.	Pedagoginen tukihenkilö
15 – 45	Omaan tahtiin mallintaminen	Molekyylien mallintaminen oppilaiden omaan tahtiin. (Muistutetaan tallennuksesta)	Opettaja ja tukihenkilö opettavat sekä sisältöä että tietoteknistä asiaa.

Tehtävänanto

Rakenna seuraavat molekyylit:

1. vesi
2. metaani
3. etyyli
4. etanoli

Muista molekyylien tallennus!

Kansio, johon tallennetaan: Oppilaat → Molekyylit → omanimi_molekyyli.jpg

Tiedoston nimeäminen: nimi_molekyyli.jpg Esimerkki: jussi_metaani.jpg

Liite 5: Teemahaastattelun runko

Taustatiedot

- Opetettavat aineet
- Kokemus opetusalaalta

Aiemmat kokemukset pedagogisesta tuesta

- Oletko aiemmin saanut pedagogista tukea tietotekniikan käytössä? (Miksi/miksi et?)
 - Missä muodossa/millaista tukea?
 - Miltä taholta? Rehtori/vertaistuki/ATK-vastaava/verkon kautta?
 - Onko tuki ollut riittävää?
 - Miten olet kokenut tuen saamisen?

Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa

- Kuinka usein hyödynnät tietotekniikkaa opetuksessa?
 - Miksi hyödynnät? Miksi et hyödynnä? Itsevarmuus, aloittamisen helppous, haasteet, TVT:n käyttö ja huomioita eri ryhmistä?
 - Minkä oppiaineiden opetuksessa?
 - Kuinka paljon kemian opetuksessa?
 - Mitä teknologioita hyödynnät? Miten?
- Onko tietotekniikan käytöstä hyötyä opetuksessa? Millaista hyötyä?
- Miten testaat tietyn tietotekniikan toimivuuden opetuksessa oppituntien ulkopuolella?

Pedagoginen tuki tässä projektissa

- Saitko tässä projektissa pedagogista tukea riittävästi?
- Miten pedagogisen tuen saaminen vaikutti opetukseesi?

- Onko pedagogisesta tuesta hyötyä?
 - Opetuksen kannalta
 - Oppimisen kannalta
- Oliko opetuksen toteutus liian lyhyt, sopiva vai liian pitkä?
- Miten koit pedagogisen tuen saamisen?
- Miten koit sovelluksen valinnan? Oliko tuttu?
- Miten arvioisit käytetyn tietotekniikan haastavuuden opetuksessa ja oppimisessä?
- Miten valittu sovellus sopi meneillään olevaan aiheeseen?
- Millaisena koit samanaikaisopetuksen pedagogisen tukihenkilön kanssa?
- Mikä pedagogisessa tuessa meni hyvin?
- Mikä meni huonosti/ mitä voisi tehdä paremmin? Mitä kysymyksiä heräsi pedagogisen tuen/opetuksen aikana?
- Miten käytetyt YouTube-videot toimivat ohjelman käytön tukemisessa?
- Miten pedagoginen tuki vaikutti tietotekniikan hyödyntämiseen?

Opettajan taidot

- Vaikuttiko pedagogisen tuen saaminen tietotekniisiin taitoihisi?
 - Mitkä asiat helpottivat uuteen tietotekniikkaan tutustumisessa?
 - Mitkä vaikeuttivat?
- Vaikuttiko pedagoginen tuen saaminen taitoihisi soveltaa tietotekniikkaa oppiaineen opetukseen?
 - Mitkä asiat kehittivät taitojasi soveltaa tietotekniikkaa opetukseen?
 - Oliko esteitä/rajoituksia?

Pedagogisen tukihenkilön tiedot ja taidot

- Oliko pedagogisen tuen antajalla riittävät tietotekniset taidot?
 - Ohjelman ja tietotekniikan käytön hallitseminen?
- Oliko pedagogisen tuen antajalla riittävät taidot soveltaa tietotekniikkaa oppiaineen opetukseen?
 - Ehdottiko tukihenkilö sopivia ohjelmia?
 - Valittiinko sopiva ohjelma?
 - Toteutettiin oppitunti järkevästi?
 - Miten pedagoginen tukihenkilö osallistui opetukseen? Mitä hyvää? Mitä kehitettävää?

Tietotekniikan hyödyntäminen ja pedagoginen tuki jatkossa

- Aiotko hyödyntää käytettyä ohjelmaa opetuksessa tulevaisuudessa?
 - Mihin/miten?
- Mihin toivoisit muutosta tietotekniikan käytön suhteen?
- Mitkä ovat toiveesi jatkossa tietotekniikan pedagogisen käytön tuelle?
 - Mihin asioihin toivot saavasi pedagogista tukea tulevaisuudessa?
 - Miltä taholta toivot saavasi pedagogista tukea? Rehtori/vertaistuki/ATK-vastaava/verkon kautta?