

Demonstraatiot yliopistossa

Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

Opettajankoulutus

31.08.2016

Toni Lamminaho

Tiivistelmä

Tässä tutkielmassa selvitettiin demonstraatioiden käytön vaikutuksia yliopisto-opetuksessa motivaatioon, työelämään ja kemian opiskeluun. Kirjallisessa osassa syvennyttiin selvittämään, millaisia demonstraatioita yliopisto-opetuksessa yleensä voidaan tehdä. Tässä kontekstissa keskityttiin erityisesti mikroskaalassa tehtäviin ja tietokoneavusteisiin demonstraatioihin.

Kirjallisessa osassa selvitettiin myös oppimiskäsityksiä ja kemiallisen tiedonrakentumisen malleja. Näitä verrattiin yliopisto-opetukseen ja todettiin opetuksen olevan kehittymässä vanhoista behavioristisista käsityksistä uudempiin oppimiskäsityksiin. Esimerkiksi luennointi on muuttumassa luennoitsijan yksinpuhelusta vuorovaikutteiseksi tapahtumaksi, jossa opiskelijalla on aktiivinen rooli. Viimeisenä kirjallisessa osassa selvitettiin, millaisia demonstraatioita opetukseen kaivataan, mitä erityisiä haasteita esim. käytettävät kemikaalit asettavat ja minkälaista demonstraatio-opetusta on käytetty yliopistoissa tähän mennessä.

Kokeellisessa osassa tehtiin kaksi erillistä tutkimusta. Opetushenkilökunnalle suoritettiin haastattelututkimus, jolla selvitettiin käyttävätkö opettajat demonstraatioita, mitä haasteita demonstraatio-opetuksessa on ja millaiseksi se koetaan yliopistoyhteisössä. Opiskelijoille toteutetussa kyselytutkimuksessa selvitettiin motivoivatko demonstraatiot opiskelemaan ja tuovatko ne mukanaan työelämäyhteyksiä.

Tutkimuksessa saatiin selville opetushenkilökunnan suhtautuvan positiivisesti demonstraatioiden käyttöön ja niitä haluttaisiin sisällyttää opetukseen enemmän. Tähän esimerkiksi käytettävät tilat ja käytössä oleva aika asettavat haasteita. Demonstraatioita on jo joissain muodoissa kaikilla tutkimuk-

sessä mukana olleilla peruskursseilla. Opiskelijoiden kyselylomakkeesta selvisi demonstraatioiden tuovan yleensä lisää motivaatiota opiskeluun ja varsinkin opettajaksi opiskeleville demonstraatiot tuovat työelämäyhteyksiä.

Esipuhe

Pro gradu -tutkielma tehtiin Jyväskylän yliopistossa osana kemian opettajankoulutuksen opintoja. Työ tehtiin kolmessa osiossa. Kirjallista osaa kirjoitettiin kesä-elokuussa 2015, haastattelut ja kyselytutkimus toteutettiin syksyn 2015 aikana sekä gradun loppuun kirjoittaminen suoritettiin kesän 2016 aikana.

Materiaali tähän tutkielmaan on hankittu haastatteleamalla kemian laitoksen opetushenkilökuntaa ja lomakekyselyllä syksyn 2015 KEMP115 -kurssilaisilta. Kirjallisuusosassa on hyödynnetty internetistä löytyviä alan julkaisuja ja kirjaston kirjallisuutta.

Työn ohjaajana toimi professori Jan Lundell, jolle haluan esittää kiitokseni kärsivällisyydestä tämän työn etenemisen jaksottaisuudesta huolimatta. Lisäksi haluan kiittää yliopistonopettaja Saara Kaskea avusta kyselytutkimuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa, sekä tohtorikoulutettava Juha Siitostamonista hyvistä neuvoista tutkielman tekemisen aikana. Viimeisenä kiitokset kuuluvat Marialle ja Tuomaalle, jotka antoivat panoksensa työn ulkoasuun, sekä Terolle jalosta motivoinnista.

Sisältö

I Kirjallinen osa	1
1 Johdanto	2
2 Demonstraatiot opetuksessa	3
2.1 Demonstraation määritelmä	3
2.2 Erityyppisiä demonstraatioita	5
2.3 Uudentyyppinen demonstraatio-opetuksen malli	9
2.4 Demonstraatiot luentosalissa	11
3 Oppiminen demonstraatioiden avulla	15
3.1 Oppimiskäsityksiä	15
3.2 Johnstonen kolmitasomalli	19
3.3 Mahaffyn humaani tekijä	20
3.4 Vaikutus demonstraatio-opetukseen	21
4 Demonstraatiot yliopisto-opetuksessa	22
4.1 Toimiiko luentodemonstraatio?	23
4.2 Työturvallisuus	24
4.3 Tutkimuksia demonstraatio-opetuksesta	26
5 Yhteenveto	30

II	Kokeellinen osa	32
6	Johdanto	33
6.1	Tutkimuksen tarkoitus	33
6.2	Tutkimusmenetelmät	35
7	Tutkimustulokset: Haastattelut	37
7.1	Mikä on demonstraatio?	37
7.2	Demonstraatiot Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella . . .	39
7.3	Miten demonstraatioiden käyttöön ja niiden tuomiseen ope- tukseen suhtaudutaan?	42
8	Tutkimustulokset: Kyselylomake	48
8.1	Miten demonstraatiot motivoivat?	52
8.2	Onko demonstraatioilla työelämäyhteyksiä?	56
9	Johtopäätöksiä	61
9.1	Haastattelut	61
9.2	Kyselylomake	63
	Viitteet	65
	Liitteet	

Osa I

Kirjallinen osa

Luku 1

Johdanto

Kirjallisessa osassa käydään aluksi läpi yleisesti demonstraatioita sekä esitellään yleisimpiä demonstraatiotyyppejä ja Lampiselän¹ uudentyyppinen demonstraatio-opetuksen malli. Tässä osassa puhutaan myös demonstraatioiden toteuttamisesta vähemmän varustetussa tilassa, kuten luentosalissa, esimerkiksi mikroskaalan demonstraatioina tai videoiden avulla. Seuraavaksi kirjallisessa osassa käydään läpi oppimista sekä esitellään yleisimpiä oppimisen teorioita ja kemiallisen tiedonrakentumisen malleja. Kirjallisen osan lopussa käydään vielä läpi demonstraatioiden käyttöä yliopistoympäristössä ja minkälaista demonstraatio-opetusta on jo yliopistoissa toteutettu. Tässä osassa käydään läpi myös miten yliopisto-opetuksen demonstraatio-opetus eroaa demonstraatioiden käytöstä esimerkiksi lukiossa tai peruskoulussa. Demonstraatioiden käyttöä onkin tutkittu viime vuosikymmeninä suhteellisen paljon juuri peruskoulu- ja lukiotason kannalta, mutta vähemmän yliopisto-opetuksessa käytettynä.

Luku 2

Demonstraatiot opetuksessa

2.1 Demonstraation määritelmä

Trowbridge *et al.*² määrittelee demonstraation prosessiksi, jossa joku näyttää jotain toiselle henkilölle tai ryhmälle. Demonstraatio ei kuitenkaan ole oppilastyö, vaan yleensä se tehdään vain kerran ja yksillä välineillä. Demonstraatiolla on kuitenkin samankaltainen rooli kuin oppilastyöllä. Demonstraatiot tuovat opetukseen kemian kokeellista luonnetta ja ne toimivat hyvinä esimerkkien havainnollistajina. Trowbridge mainitsee kuusi asiaa, miksi demonstraatio on käyttökelpoinen verrattaessa oppilastyöhön:

1. Halpuus
2. Tarvitaan vähemmän välineistöä
3. Nopeus
4. Opettajan turvallisempaa käsitellä yksin vaarallisia aineita

5. Oppilaat voivat keskittyä ajattelemaan

6. Työvälineiden käytön esittelemine

Yleensä demonstraatio on opettajan näyttämä kemian ilmiö³. Demonstraatioesitys voi olla kuin "taikatemppu", jossa esitetään jokin kemian ilmiö. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset räjähdykset, värikkäät liuokset, kovat äänet yms. Tämän tyyppisessä demonstraatio-opetuksessa usein teorian läpikäyminen jää joko pinnalliseksi tai olemattomaksi. Opettaja selittää demonstraation syy-seuraussuhteet oppilaille ja oppiminen perustuu ennemminkin kuulun muistamiseen kuin ilmiön todelliseen tajuamiseen. Opetustilanne on hyvin opettajan kontrolloima ja oppilaan tehtäväksi jää vain havainnoida nähty ilmiö. Tällöin oppilaalla ei ole aktiivista roolia, vaan hän vain vastaanottaa annetun informaation.

Perinteisen opettajajohtoisen demonstraation hyötyjä ovat lähinnä oppilaiden motivoiminen asiaan ja mielenkiinnon herättäminen. Wolfe⁴ hyödyntää tätä ajatusta oppilaidensa kanssa. Oppilaat valmistelevat demonstraatiota ja he esittävät niitä alempien kouluasteiden oppilaille. Tästä hyötyvät Wolfen mukaan sekä esittäjät että yleisö. Esittäjät saavat kokemusta ja taitoja demonstraation valmisteluun ja esittämiseen ja lisäksi yleisölle taas kemia näyttäytyy helposti lähestyttävässä muodossa. Vastaavanlaista ajatusta ovat hyödyntäneet esim. Voegel *et al.*⁵

Demonstraatioilla voidaan myös kehittää opiskelijan keskittymistä ja havainnointikykyä. Tanis⁶ mainitsee tämän tekstissään, jonka mukaan nämä ovat taitoja, joita oppilaiden on syytä kehittää jatkuvasti.

Jos teoria ilmiön taustalla jää epäselväksi tai työssä sattuu jokin virhe, voivat demonstraatiot synnyttää mahdollisesti huomattavia virhekäsityksiä. Usein

huonosti tehdyn demonstraation anti oppilaalle on se, että hän muistaakin vain näkyvän ilmiön eikä juurikaan muuta. Tästä Kyyrönen³ toteaa, että joskus esim. veden hajottamisessa sähkövirralla opiskelija muistaa kokeen tapahtumat, mutta ei ymmärrä miksi demonstraatio tehtiin.

2.2 Erityyppisiä demonstraatioita

Demonstraatiot toteuttamistavan mukaan

Demonstraatioita voidaan luokitella monella eri tavalla. Yksi tapa luokitella demonstraatioita erityyppisiksi on niiden toteuttamistapa. Ensimmäiseksi onko demonstraatio opettaja- vai oppilasjohtoinen, vai jokin näiden välimuoto. Trowbridge *et al.*² jaottelevat tällä tapaa demonstraatiot viiteen erilaiseen demonstraatiotyyppiin:

1. Opettjademonstraatio
2. Opettaja-oppilasdemonstraatio
3. Oppilasryhmädemonstraatio
4. Oppilaskohtainen demonstraatio
5. Vierailijademonstraatio

Tämän jaottelun eroavaisuuksia voidaan tarkastella esimerkiksi vuorovaikutusmäärällä oppilaan ja opettajan välillä niin määrällisesti kuin laadullisesti.

Opettajajohtoisiksi demonstraatioiksi voidaan laskea opettaja ja opettaja-oppilas demonstraatiot. Opettjademonstraatiossa opettaja valmistelee ja

suorittaa demonstraation kokonaan itse ja oppilaat seuraavat opettajan toimintaa ja vastaanottavat tietoa. Opettaja-oppilas demonstraatio on hieman enemmän vuorovaikutusta sisältävä muoto, jonka ero opettajademonstraatioon on se, että hänellä on yksi tai useampi oppilas apunaan työn eri vaiheissa.

Oppilasjohtoisiksi demonstraatioiksi edellä olevista demonstraatiotyypeistä voidaan luokitella oppilasryhmädemonstraatiot, joissa oppilaat suorittavat demonstraatioita pienissä ryhmissä, ja oppilaskohtainen demonstraatio, jossa demonstraatio esitetään yhdelle oppilaalle henkilökohtaisesti.

Vierailijademonstraatio eroaa muista tämän jaottelun tyypeistä selkeämmin. Tässä tyypissä oppitunnille tulee demonstraation suorittamaan joku muu henkilö kuin oma opettaja ja vuorovaikutuksen määrä riippuu siitä, miten vierailija demonstraation suorittaa.

Tyypillisesti oppilasjohtoisissa demonstraatioissa vuorovaikutusta on enemmän kuin opettajajohtoisissa demonstraatioissa. Esimerkiksi oppilasryhmädemonstraatioissa oppilaat pääsevät itse tekemään harjoitusta ja nämä ovatkin lähellä varsinaisia oppilastöitä. Oppilaskohtaisessa demonstraatioissa taas oppilaan ja opettajan välillä on suora kanssakäymisyhteys.

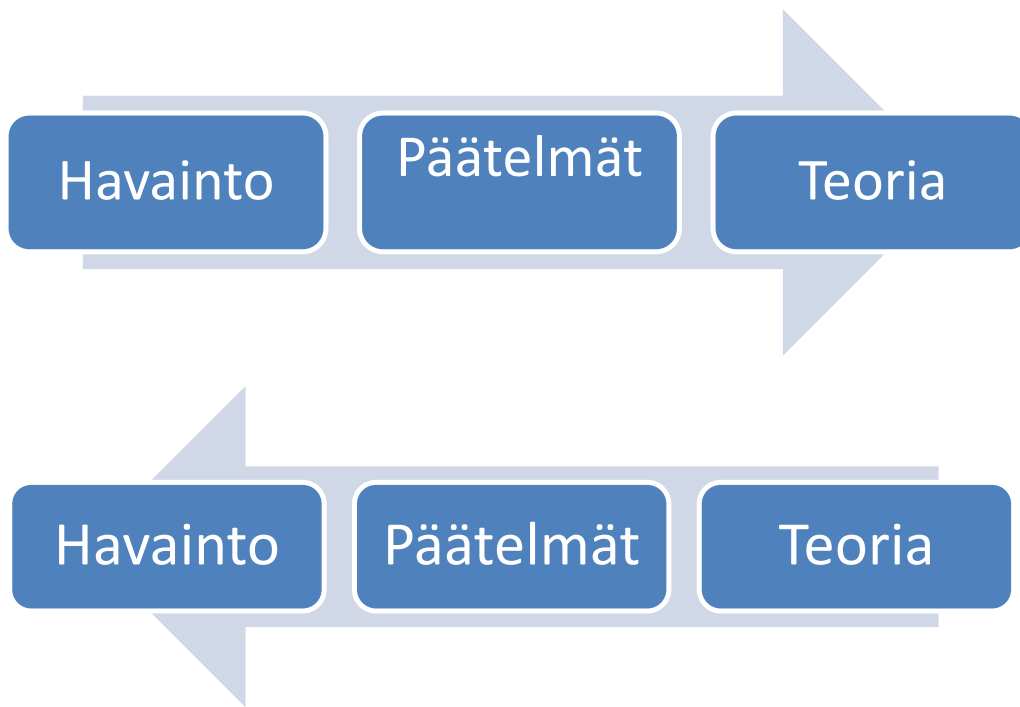
Demonstraatiotyyppi voi myös jakautua erilaisiin alalajeihin esimerkiksi esittämistyylin mukaan. Tällaisesta menettelystä Trowbridge *et al.*² mainitsevat hiljaisen demonstraation. Se on tyypillisesti opettajajohtoinen demonstraatio, jonka opettaja suorittaa kuin minkä tahansa muunkin demonstraation. Erityispiirteenä tässä on se, että opettaja ei puhu mitään esityksen aikana. Etuna on se, että oppilaat voivat keskittyä pelkästään seuraamaan demonstraation esittämistä.

Demonstraatiot mittasuhteiden mukaan

Demonstraatioita voidaan luokitella myös niiden mittasuhteiden mukaan. Makroskaalan demonstraatiossa koe tehdään suhteellisen suurilla määrillä ja havainnot ovat yleensä selkeitä. Usein makroskaalan demonstraatiot ovat näyttäviä, kuten esimerkiksi räjähdyksiä. Makroskaalan vastakohta on mikroskaalan demonstraatio. Näissä demonstraatioissa kokeet tehdään pienillä ainemäärillä ja välineistöillä. Demonstroitava ilmiö ei välttämättä ole niin näyttävä, jolloin voidaan keskittyä ilmiön havainnoimiseen ja selittämiseen. Näiden lisäksi vaihtoehtona on myös tietokoneavusteiset demonstraatiot, kuten erilaiset simulaatiot ja videoidut demonstraatiot. Niiden etuna on se, että ne voidaan esittää missä vain missä on tietokone ruudulla.

Demonstraatiot päättelysuunnan mukaan

Edellä mainittujen kahden luokittelun lisäksi demonstraatioita voidaan jakaa sen mukaan, mihin suuntaa päättely etenee. Felder⁷ kuvailee näitä seuraavasti: Induktiivisessä demonstraatiossa päättely etenee havainnosta teorian muodostamiseen. Tämän tyyppisessä demonstraatiossa tehdään ensin demonstraatio ja tarvittavat mittaukset. Havainnot kirjataan ylös ja näiden pohjalta tehdään päätelmiä siitä, mitä tapahtui. Lopulta päädytään yleiseen teoriaan ilmiöstä. Tämä on luonnollinen tapa ihmiselle oppia. Esimerkiksi vauva oppii asioita tekemällä ja sen jälkeen havaitsemalla mitä tapahtuu. Deduktiivisessä demonstraatiossa päättely tapahtuu päinvastoin. Ensin käydään läpi tunnettu teoria ja muodostetaan päätelmiä siitä, miten kokeessa pitäisi teorian mukaan tapahtua. Viimeisenä suoritetaan demonstraatio, jolla joko vahvistetaan tai hylätään teoria. Felderin mukaan tämä taas on ihmiselle luonnollinen tapa opettaa. Päättelyprosessit on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1: Induktiivinen (ylempänä) vs. deduktiivinen päättely.

Demonstraatiot mittausten määrän mukaan

Demonstraatioita voidaan myös jakaa sen mukaan, esiintyykö niissä mittauksia vai ei. Jos demonstraatiossa tehdään mittauksia ja tuloksiin päädytään näiden mittausten avulla, puhutaan kvantitatiivisesta demonstraatiosta. Jos taas mittauksia ei tehdä ja tulokset muodostuvat pelkistä havainnoista, puhutaan kvalitatiivisista demonstraatioista.

2.3 Uudentyyppinen demonstraatio-opetuksen malli

Väitöskirjassaan¹ Lampiselkä esittelee uudentyyppisen demonstraatio-opetuksen mallin. Tässä mallissa oppilaan passiivista roolia on pyritty murtaamaan ja opettajakeskeisyydestä on siirrytty oppijakeskeisyyteen. Opettajan rooli muuttuu tiedonjakajasta enemmänkin oikeaan suuntaan johdattajaksi. Opetus perustuu oppilaan ja opettajan väliseen keskusteluun ja tässä mallissa pohdinnalle ja päätelmien tekemiselle on varattu aikaa sekä ennen että jälkeen demonstraation esittämisen.

Ennen kuin varsinaista demonstraatiota edes esitetään, valmistaudutaan demonstraatioon huolellisesti. Siinä missä perinteisessä demonstraatio-opetuksessa ei juurikaan olla kiinnostuneita oppilaan ennakkokäsityksistä, tässä mallissa ennakkokäsitykset ovat yksi perustava lähtökohta koko demonstraatiolle. Oppilaiden ennakkokäsitykset selvitetään kyselemällä, jolloin pyritään saamaan aikaan aitoa keskustelua ja näin pääsemään eroon opettajajohtoisesta yksinpuhelusta. Ennakkokäsityksillä tarkoitetaan tässä ajatuksia ja ennakkotietoja yleisesti aiheesta. Ennakkokäsitysten lisäksi ennen demonstraation esittämistä pyritään muodostamaan myös hypoteesit: mitä tulevassa demonstraatiossa tulee tapahtumaan ja miksi? Opettajan harkinnan mukaan luokka voi muodostaa vaikkapa yhteisen hypoteesin, joka kirjataan esimerkiksi taululle, tai jokainen oppilas voi kirjata oman hypoteesin vihkoonsa. Toimintatavasta riippumatta hypoteesin kirjaaminen on olennainen asia. Demonstraatiota ennen käytävään keskusteluun kuuluvat myös opettajan kysymykset, jotka pyrkivät liittämään kemian ilmiön arkielämään ja aiemmin opittuun. Edellä kuvattu oppimistilanne vastaa nykyisten opetussuunnitelmien^{8,9} op-

pimiskäsitystä, jossa korostetaan oppilaan roolia aktiivisena toimijana sekä oppilaan ja opettajan välistä vuorovaikutusta.

Itse demonstraation esittämisessä keskitytään perinteistä demonstraatiota enemmän oppilaiden omien havaintojen tekemiseen. Demonstraatio voidaan toteuttaa kuitenkin vastaavasti kuin perinteisessä demonstraatio-opetuksessa ja se voi olla tyypiltään mikä tahansa edellisessä kappaleessa kuvailtujen perustyyppien mukainen. Olellaisinta tässä vaiheessa on juurikin havaintojen tekeminen. Myös tehty hypoteesi testataan tässä vaiheessa.

Ennakkokäsitysten lisäksi toinen oleellinen ero perinteiseen demonstraatioon on demonstraation esittämisen jälkeen tuleva ennakkokäsitysten ja hypoteesien oikeellisuuden pohtiminen tehtyjen havaintojen perusteella. Oleellista on kerrata ennen esitystä käydyt pohdinnat ja tehdyt hypoteesit. Tämän jälkeen verrataan hypoteesejä kokeessa havaittuihin asioihin ja tämän keskustelun avulla todetaan ne joko oikeiksi tai vääriksi. Opettaja voi antaa lisätietoa ilmiöstä ja liittää sen asiaan, jota koitettiin kokeella havainnollistaa. Tähän pohdiskeluvaiheeseen kuuluu myös demonstraation arviointi. On syytä pohtia, ovatko saavutetut tulokset järkeviä, menikö kaikki niinkuin piti ja onko kokeella jotain merkitystä opittavaan asiaan. Lampiselkä kuvailee tutkimuksessaan tapauksen, jossa mahdollisesti aiheutettiin virhekäsityksiä oppilaille opettajan demonstraatioissa tekemän virheen takia. Tässä demonstraatioissa opettaja kuivasi kidevedellistä kuparisulfaattia koeputkessa. Opettaja pudotti vahingossa kuivatun anhydraatin keitinlasiin, jossa oli vapautunut kidevesi. Näin oppilaille ei jäänyt aikaa havaita värieroja kidevedellisen ja anhydraattimuodon välillä.

Verrattaessa perinteistä opettajajohtoista demonstraatiota ja uudentyyppisen demonstraatio-opetuksen mallin mukaista työtä, erot ovat selkeät. Pe-

rintainen demonstraatio koostuu yhdestä osasta, jossa opettajajohtoisesti tehdään koe ja opettaja antaa kaiken tiedon, kun taas Lampiselän mallissa työkentelyssä on selkeästi kolme eri osaa: alkukeskustelu ja hypoteesit, demonstraation suorittaminen ja havainnot sekä päätelmät ja työn arvionti. Tässä mallissa oppijakeskeisyys on tärkeässä asemassa ja opettajan rooli muuttuu enemmän oikeaan suuntaan ohjaajaksi.

2.4 Demonstraatiot luentosalissa

Kun mietitään minkä tyyppistä demonstraatio -opetusta lähdetään toteuttamaan opetuksessa, on huomioitava käytössä olevat tilat. Yliopiston peruskurssit ovat usein jopa satojen opiskelijoiden suuruisia ja näin ollen luennot pidetään suurissa saleissa (Esimerkiksi Jyväskylän yliopiston KEMP112 Kemian perusteet 2 -kurssille vuonna 2014 oli 196 ilmoittautunutta¹⁰). Tällaisissa saleissa ei useinkaan ole kaikkea tarvittavaa välineistöä, kuten vetokaappeja. Kursseja ei yleensä luennoida aina samassa salissa, vaikka tähän pyritäänkin. Sen lisäksi salit voivat olla fyysisesti eripuolilla kampusta, jolloin välineistön ja materiaalin kuljettaminen luennoille voi olla hankalaa tai mahdotonta. Myös reagenssien ja reaktioiden tuottamien reaktiotuotteiden turvamääräykset rajoittavat demonstraatioiden valintaa. Näin ollen luentosali opettamisympäristönä rajaa joitain demonstraation tyyppisiä pois. Demonstraatioiden luokitteluista tarkastellaan tässä kohtaa mittasuhteiden mukaista luokittelua. Kuten edellä esiteltiin, näin luokiteltuna demonstraatiot voitiin jakaa makro- ja mikroskaalan demonstraatioihin sekä erityyppisiin tietokoneavusteisiin demonstraatioihin. Näistä makroskaalan demonstraatiot voidaan käytännössä rajata pois, koska ne usein vaativat tilaa, välineistöä tai vetokaappia, jollaisia ei luentosaleissa ole tarjolla. Tarkastellaan siis lähem-

min mikroskaalan ja tietokoneavusteisia demonstraatioita.

Tietokoneavusteiset demonstraatiot

Tietokoneavusteisia demonstraatioita voi olla monenlaisia. Yksi vaihtoehto on videoida ennakkoon esim. laboratoriossa demonstraatio ja esittää se luentosalissa, vaikkapa perinteisenä opettajajohtoisena demonstraationa. Tällaisia demonstraatioita otettiin käyttöön esimerkiksi Jyväskylän yliopiston kemian peruskurssi KEMP112:lla loppusyksystä 2015¹¹ Myös muunlaiset videot voidaan laskea demonstraatioiksi.

Toinen vaihtoehto tietokoneavusteisista demonstraatioista on erilaiset animaatiot ja mallinnokset. Animaatiolla on pyritty tukemaan oppilaiden oppimista sanallisen ja kokeellisen opetuksen rinnalla. Esimerkiksi Sanger *et al.*¹² tutkivat tilannetta, jossa toiselle luokalle näytettiin vain demonstraatio ja toiselle demonstraatio sekä tätä selittävä animaatio. Demonstraationa käytettiin tölkkiä, jossa oli pieni määrä nestettä. Neste höyrystettiin ja tämän jälkeen tölkki siirrettiin pois lämmönlähteeltä sekä suljettiin ilmatiivisti. Opiskelijoilta pyydettiin perustelemaan ilmiötä. Kokeessa huomattiin, että ilmiön ymmärtäminen parani huomattavasti ja virhekäsitysten määrä pieneni niillä oppilailla, jotka olivat nähneet animaation.

Nykyään älypuhelimet ja muut mobiililaitteet antavat valtavasti mahdollisuuksia opetukseen, kuten tietokoneavusteisiin demonstraatioihin. Williams ja Pence¹³ ovat artikkelissaan tutkineet älypuhelimien käyttömahdollisuuksia vuonna 2011. He toteavat käyttömahdollisuuksia olevan hyvin laajasti tiedonhausta erilaisiin interaktiivisiin harjoitteisiin, kuten "klikkerit". "Klikkeri" on opiskelijalle jaettava laite, jonka painikkeita painamalla opiskelija voi vastata opettajan kysymykseen. Usein näitä käytetään monivalinta-tyyppisissä

tehtävissä. "Klikkereillä" toteutettu kysely oppitunnin aikana voidaan hyvin liittää demonstraation läpikäymiseen. Yhdeksi haasteeksi tutkimuksessa mainitaan älylaitteiden määrä. Sen mukaan opiskelijoista 70 %:lla on kannettava tietokone ja 30 %:lla älypuhelin. He toteavat, että laitteiden määrän lisääntyessä, voidaan laitteita soveltaa paremmin tunnilla suurimman osan omistaessa jonkinlaisen älylaitteen. Tämän lisäksi he arvelevat, että todennäköisesti sovellustarjonta kasvaa huomattavasti. Suomessa tämä ongelma alkaa olla ratkaistu. Esimerkiksi tilastokeskuksen mukaan¹⁴ vuonna 2015 opiskelijoista 93 % käyttää internetiä matkapuhelimen kautta, mistä voidaan huomata tilanteen olevan muuttunut huomattavasti artikkelissa tehtyyn karitoitukseen verrattuna. Tämä on kuitenkin vain yksi lisää vaihtoehtoja tuova tapa toteuttaa demonstraatio-opetusta.

Mikroskaalan demonstraatiot

Mikroskaalan demonstraatiot ovat pienillä ainemäärillä ja/tai välineillä suoritettuja demonstraatioita¹⁵. Mikroskaalan demonstraatioilla on useita etuja, esimerkiksi pienemmällä ainemäärillä työskentely on turvallisempaa ja halvempaa. Tällöin syntyy myös pienemmät määrät jätteitä, jolloin työskentely on ympäristöystävällisempää. Mikroskaalan demonstraatioissa voidaan välttää äärimmäisiä reaktio-olosuhteita, kuten pitkiä reaktioaikoja ja -lämpöjä. Zipp lisää artikkelissaan¹⁶ näihin etuihin vielä pienemmän määrän särkynyttä lasia. Hän luettelee kolme perustelua tälle: pienemmät esineet eivät hajoa yhtä helposti, pienemmissä esineissä liitännät pitävät paremmin ja opiskelijat työskentelevät varovaisemmin.

Choi¹⁷ on esimerkiksi demonstroinut kloorikaasun valmistamista ja ominaisuuksia mikroskaalan demonstraationa. Hän on käyttänyt petrimaljaa, jossa

käytettyjen kemikaalien ainemäärät ovat vain muutamia tippoja. Kloorikaasu on haitallista ja suurina ainemäärinä se ei toimi hyvänä demonstraationa vaarallisuutensa vuoksi. Muiksi hyödyiksi hän näkee kokeen yksinkertaisuuden ja nopeuden. Mikroskaalan demonstraationa tämä koe toimii paremmin myös oppilasjohtoisena demonstraationa.

Mikroskaala asettaa myös haasteita. Yksi haaste on suuret opiskelijamäärät ja kuinka demonstraatio saadaan näkymään kaikille. Mattson¹⁸ on ratkaissut tämän ongelman käyttämällä dokumenttikameraa. Demonstraatiossa käytettävät välineet voidaan heijastaa valkokankaalle ja tarvittaessa demonstraatio voidaan myös tallentaa. Tässä esimerkissä, jossa demonstroititiin nestemäisen hapen magneettisia ominaisuuksia, koeastiana toiminut pipetti laitettiin roikkumaan langalla kamerasta. Tällöin saatiin kuvaa pipetin yläpuolelta ja magneetilla aiheutettu pipetin liikkuminen oli helppoa havaita.

Luku 3

Oppiminen demonstraatioiden avulla

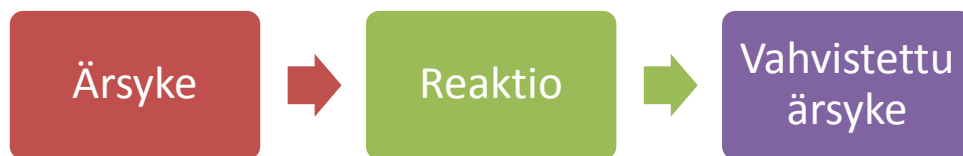
Tässä kappaleessa käsitellään lyhyesti oppimiskäsityksiä, kuten behaviorismi ja konstruktivismi, kemiallisen tiedon rakentumisen malleja ja näiden vaikutusta kemian oppimiseen. Oppimiseen vaikuttamista tarkastellaan demonstraatio-opetuksen kannalta ja miksi sitä kannattaa tehdä teoreettisilla perusteilla.

3.1 Oppimiskäsityksiä

Behaviorismi

Behaviorismi oli vallitseva oppimiskäsitys koko 1900-luvun ensimmäisen puoliskon ajan¹⁹. Behaviorismi perustuu vahvasti opettajan ehdottomaan auktoriteettiin ja oppijan omalle aktiivisuudelle ei juurikaan ole sijaa. Behavio-

rismin varhaisimpia edustajia oli Pavlov, jonka tunnetuin koe, Pavlovin ärsykkeille ehdollistuvat koirat, kuvaa hyvin behaviorismin luonnetta. Behaviorismin kantavia ajatuksia ovat ehdollistaminen ja oikeista vastauksista palkitseminen. Ehdollistamisen on muotoillut teoriaksi Skinner ja sitä voidaan kuvata yksinkertaisesti kuvan 2 mukaisena kolmivaiheisena prosessina.



Kuva 2: Ehdollistumisen prosessi.

Ensimmäisessä vaiheessa oppilas altistetaan ärsykkeelle, johon hän reagoi. Halutusta reaktiosta palkitaan ja väärästä reaktiosta rangaistaan. Vahvistetun ärsykkeen vaiheessa oppilas toimii sen mukaan, mistä palkitaan.

Opettajajohtoinen demonstraatio on peruseriaatteeltaan juurikin behavioristisen oppimiskäsityksen mukainen. Opettaja esittelee demonstraation, suorittaa sen ja kertoo mitä tapahtui. Oppijan omalle ajattelulle ei jää juurikaan tilaa ja oppija saattaa turvautua ulkoopetteluun. Tämä taas johtaa siihen, että yritetään muistaa liian paljon. Näin syntyy väärinymmärryksiä, jotka johtavat oleellisten asioiden unohtamiseen ja virhekäsityksiin.

Nykyisin behavioristista oppimiskäsitystä on suuresti kyseenalaistettu ja sen rinnalla käytetään yhä enenevässä määrin muita oppimiskäsityksiä. Behavioristista opetusta kuitenkin näkyy käytössä, esimerkkinä yliopistoilla vielä jonkun verran käytössä oleva suurten kurssien toteuttamistapa ns. massaluennointina. Massaluennoilla luennoitsija omalla yksinpuhelullaan yrittää siirtää opetettavan asian oppijalle, usein ilman minkäänlaista vuorovaikutus-

ta kuulijaan. Von Wrightin²⁰ mukaan behaviorismi on heikoimmillaan juuri tällaisissa tilanteissa, kun oppiminen vaatii opitun asian ymmärtämistä.

Konstruktivismi

Konstruktivismia ovat olleet tukimassa aikojen saatossa useat henkilöt. Tärkeimpinä heistä ovat Jean Piaget ja Lev Vygotsky 1900 -luvun aikana. Konstruktivismia on kehitetty useaan eri suuntaan, mutta yhteistä kaikille konstruktivistisille suunnille on oppijan muuttunut rooli verrattaessa behaviorismiin. Oppija on tässä oppimiskäsityksessä se, joka on aktiivinen havainnoitsija ja joutuu itse päättämään, miten hän valikoi ja tulkitsee saamaansa opetusta¹⁹. Konstruktivismiin kuuluu olennaisesti opettajan rooli keskustelun johdattelijana kysymysten avulla. Von Wrightin²⁰ teoksessa kerrotaan kognitiivisten taitojen (havaitseminen, muistaminen jne.) nivoutuvan yhteen, jolloin ärsyke näihin taitoihin aiheuttaa muutoksia oppijan tietoihin ja taitoihin. Tästä seuraa oppimista.

Piaget'n²¹ ajattelusta on peräisin idea siitä, että tiedot ja taidot muodostavat oppijassa kokonaisuuksia eli skeemoja. Nämä skeemat voivat muuttua kahdella eri tavalla: assimilaatiolla ja akkomodaatiolla. Assimilaatiossa saatu oppi pyritään liittämään johonkin jo olemassa olevaan tietorakenteeseen. Akkomodaatiossa taas tietorakenteita "rekonstruoidaan" eli olemassa olevia tietoja jäsennellään uudelleen. Tällöin oppiminen pohjautuu aina aiemmin opittuun tietoon. Lisäksi oppiminen tapahtuu oppilaan reflektion ja kognitiivisten konfliktien avulla. Kognitiivisten konfliktien hyödyntämistä demonstraatio -opetuksessa ovat tutkineet esim. Daddock ja Bucat²² ovat toteuttaneet tutkimuksen 11-vuotiaille oppilaille Australiassa. Tämä koe ei kuitenkaan antanut positiivisia tuloksia, sillä oppilaat eivät tuntuneet ymmärtävän

käytetyn demonstraation tarkoitusta. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että opettajan vuorovaikutus sekä oppilaiden että opittavan ilmiön kanssa on erittäin tärkeässä roolissa tämän tyyppisessä demonstraatio-opetuksessa.

Konstruktivismiin kuuluu myös mestari-oppilas ajattelumalli, jota kuvaavat Bransford *et al.*²³ kirjassaan seuraavasti: Mestari kykenee havaitsemaan asioita suurina kokonaisuuksina ja vaivatta huomaa olennaisuudet. Hänen tietonsa ovat myös hyvin järjestäytyneet ja hän pystyy soveltamaan niitä ongelmitta. Mestari pystyy liittämään asioita aiemmin opittuun ja ymmärtämään yksittäisten asioiden yhteydet osana laajempaa kokonaisuutta. Oppilaan ominaisuudet taas ovat päinvastaiset. Oppilas näkee kokonaisuudet pieninä paloina ja keskittyy sekä olennaiseen että epäolennaiseen. Oppilaalle on haastavaa soveltaa tietoja.

Oppimiskäsitykset perus- ja lukio-opetuksessa

Perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmien^{8,9} oppimiskäsityksissä korostetaan oppijan aktiivista roolia, esimerkiksi lukion opetussuunnitelmassa mainitaan näin: "Opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppiminen on seurausta opiskelijan aktiivisesta, tavoitteellisesta ja itseohjautuvasta toiminnasta."

Opetussuunnitelmissa kinnitetään huomiota myös vuorovaikutukseen muiden opiskelijoiden, opettajien ja ympäristön kanssa sekä monipuolisiin oppimis- ja opetusmenetelmiin. Oppimiskäsitykset lukiossa ja perusopetuksessa ottavat siis vahvasti vaikutteita konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä.

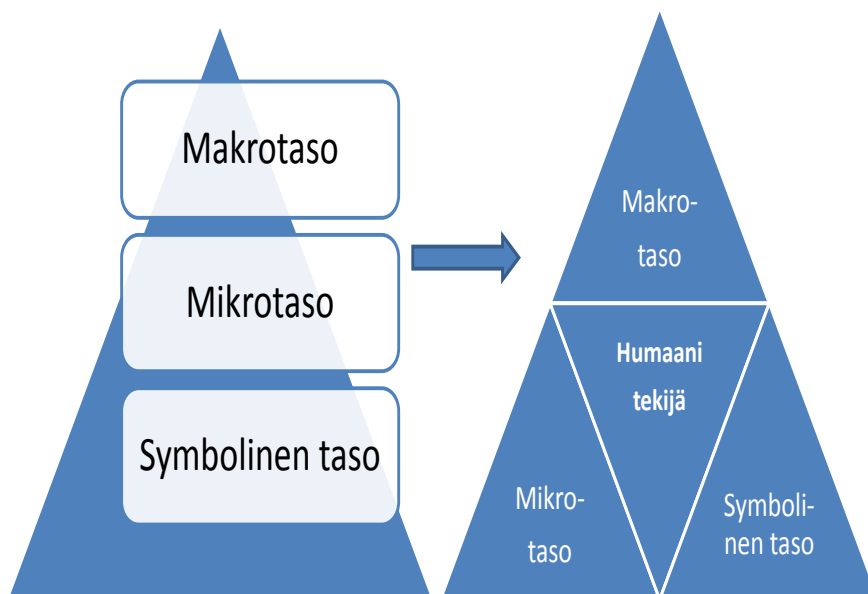
3.2 Johnstonen kolmitasomalli

Johnstonen²⁴ mukaan kemian tieto rakentuu kolmitasoisen mallin mukaan. Ensimmäisenä on makrotaso. Tälle tasolle kuuluvat asiat ja ilmiöt, jotka ovat aistein havaittavissa. Esimerkiksi magnesiumia poltettaessa voidaan havaita kirkas liekki. Toinen taso on mikrotaso, eli se, mitä kemiallisessa reaktiossa tapahtuu atomitasolla, näkymättömissä. Magnesium-esimerkissä magnesiumin palaessa vapautuva energia purkautuu fotoneina ja tämä havaitaan kirkkaana valona. Makro- ja mikrotason lisäksi kolmas taso on symbolinen taso, eli se, miten asiat kirjoitetaan ja esitetään "kemian kielellä". Tähän kuuluvat mm. reaktioyhtälöt, kemialliset merkit ja kaavat. Magnesiumin kohdalla sen palaminen voidaan esittää symbolisella tasolla seuraavasti: $2 Mg + O_2 \rightarrow 2 MgO$. Johnstonen kolmitaso-malli on kuvattu kuvassa 3.

Näiden kolmen eri tason käyttäminen yhtä aikaa johtaa usein Johnstonen mukaan virhekäsityksiin. Johnstonen käsityksen mukaan kokenut kemisti pystyy käsittelemään eri tasoja helpommin, mutta oppijalle se on haastavaa ja tässä piilee eräs virhekäsityksien perimmäisistä syistä. Gabel²⁵ toteaa, että usein oppijan työmuistia rasittavat myös tuntemattomat käsitteet ja nimet, esimerkiksi arkisten asioiden kemialliset nimet. Kun oppijalle annetaan liian paljon informaatiota, hänen työmuistinsa yllirasittuu, eikä asioita pysty käsittelemään. Informaatio pitäisi pystyä antamaan sopivissa paloissa käyttäen maksimissaan kahta tasoa yhtä aikaan ja liittäen muuhun opittuun. Hyvin käsitelty informaatio tallentuu oppijan pitkäkestoiseen muistiin.

Johnstonen kolmitasomallissa perinteiset opettajajohtoiset demonstraatiot edustavat makrotasoa. Perinteinen demonstraatio jää usein juurikin tälle tasolle ja koostuu opettajan esittämästä mahdollisesti näyttävästä räjähdyses-

tä tai muusta vastaavasta selvästi havaittavasta ilmiöstä. Lampiselän väitöskirjassaan¹ esittämässä uudessa demonstraatiomallissa taas demonstraatiot voivat olla monella tasolla, kuten kappaleessa 2.2 on kerrottu.



Kuva 3: Johnstonen kolmitasomalli ja Mahaffyn neljäs ulottuvuus.

3.3 Mahaffyn humaani tekijä

Mahaffyn²⁶ malli tuo Johnstonen kolmitasoon lisäyksenä vielä neljännen tason: humanin tekijän. Tämä tarkoittaa sosio-kulttuurista kontekstia eli ihmillisiä vaikutuksia käsiteltävää asiaa, eikä pelkästään itse reaktion tai ilmiön kemiaan liittyviä asioita. Yhdeksi esimerkiksi Mahaffy antaa öljyn. Siihen liittyvät kemialliset elementit, kuten makrotason palaminen, mutta asiaan liittyy myös ihmillisiä tekijöitä. Esimerkiksi öljyn hintaan vaikuttavat mm. ekonomiset, poliittiset ja ympäristönäkökulmat.

3.4 Vaikutus demonstraatio-opetukseen

Mietittäessä demonstraatioita edellä esitettyjen oppimiskäsitysten, behaviorismin ja konstruktivismin, kannalta, huomataan seuraavanlaisia seikkoja: perinteinen demonstraatio-opetus opettajajohtoisena opetustapahtumana noudattelee hyvin pitkälti behavioristista oppimiskäsitystä. Annettaessa oppilaalle tilaa havainnoida ja osallistua tekemiseen sekä oppilasta aktivoitaessa kysymysten avulla, kuten esimerkiksi Lampiselän uudentyyppisen demonstraationmallissa, mennään kohti konstruktivistista oppimiskäsitystä.

Oppimismallit, kuten Johnstonen kolmitasomalli, tukevat demonstraatio-opetusta antamalla opettajalle jonkin mallin, johon tukeutua opetuksessaan. Kuten aiemmin on jo mainittu, demonstraatio-opetus voi pysyä vain yhdellä tasolla Johnstonen mallissa tai se voi olla monella eri tasolla. Johnstonen mukaan tasojen sekoittaminen johtaa usein virhekäsityksiin, mutta kuten Lampiselkä omassa mallissaan esittää, voidaan samassa työssä kulkea eri tasoilla. Kyse on enemmän siitä miten tekee kuin mitä tekee. Opettajan täytyy tiedostaa mahdolliset kohdat, jotka voivat aiheuttaa virhekäsityksiä ja johdatella omalla työllään oppilaat oikeaan suuntaan.

Yleisesti demonstraatio-opetuksen on tutkimuksissa osoitettu tukevan oppimista. Esim. Watson *et al.*²⁷ ovat tutkimuksessaan vertailleet englantilaisia ja espanjalaisia oppilaita. Tutkimuksessa tutkittiin käytännön laboratoriotöiden vaikutusta palamisreaktion ymmärtämiseen. Englantilaisilla oppilaila oli huomattavasti enemmän käytännön opetusta kuin espanjalaisilla. Tutkimuksen tuloksissa tämän huomattiin tukevan reaktion ymmärtämistä.

Luku 4

Demonstraatiot yliopisto-opetuksessa

Tässä kappaleessa käsitellään yleisesti seikkoja, jotka tulee ottaa huomioon valittaessa demonstraatioita opetukseen yliopiston kaltaisessa organisaatiossa. Demonstraatioiden valintaan vaikuttavat mm. käytettävissä olevat resurssit, kuten esimerkiksi tilat, kurssin opiskelijamäärät, oppimistavoitteet sekä etenkin demonstraation tavoite. Oppimistavoitteisiin asettavat omat ehtonsa esimerkiksi Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella EuroBachelor-laatuleiman asettamat vaatimukset ja EU:n määrittelemät *21st century learning skills* -oppimistaidot²⁸. Näissä oppimistaidoissa demonstraatioihin liittyviä taitoja ovat mm. kommunikaatio, jossa opiskelija kuuntelee aktiivisesti ja havainnoi kriittisesti sekä kriittinen ajattelu ja yhteistoiminnallinen oppiminen. Demonstraatio-opetus tukee osaltaan myös EuroBachelor-laatuleiman oppimistavoitteita. Näissä tavoitteissa kandidaatiksi valmistunut opiskelija osaa mm. käsitellä kemikaaleja niiden vaatimalla tavalla ja työskennellä laboratoriossa. Näitä molempia taitoja voidaan harjoittaa de-

monstraatioiden avulla.

Kappaleessa 2.4. käsiteltiin jo suurten luentosalien asettamia ehtoja demonstraatio -opetukselle mittasuhteiden perusteella. Tässä kappaleessa käydään läpi muita seikkoja, jotka vaikuttavat demonstraation valintaan. Kappaleessa pyritään keskittymään etenkin niihin kohtiin, jotka ovat oleellisia ajateltaessa demonstraatioita kemian perusopintojen kaltaisilla kursseilla. Kappaleessa kerrotaan myös, miten nykyisin yliopistoissa maailmalla ja Suomessa hyödynnetään demonstraatio-opetusta.

4.1 Toimiiko luentodemonstraatio?

Tätä kysymystä lähestyttiin tarkastelemalla Jyväskylän yliopiston kemian aineopintojen KEMA283 Orgaaninen kemia 2 -kurssin kurssipalautetta²⁹. Tällä kurssilla on ollut demonstraatioita käytössä ja kurssin demonstraatiokäytäntöihin palataan myöhemmin tässä luvussa. Yliopisto-opetuksessa myös laskuharjoituksista käytetään termiä "demonstraatio" tai "demo", mutta tässä palautteessa ei näiden kahden sekaantuminen ole todennäköistä palautelomakkeen termit tarkasti spesifioivan kysymysasettelun vuoksi.

Palautteen perusteella demonstraatiot kurssilla olivat mielenkiintoa herättäviä ja motivoivat opiskeluun. Monen opiskelijan mielestä ne tukivat teoriaopetusta tuomalla käytäntöä teoriassa opittuihin asioihin. Moni piti demonstraatioita hyvinä, mutta toivoi niiden olevan näyttävämpia. Lisäksi osa demonstraatioista ei liittynyt riittävän läheisesti tai "arkisesti" aiheeseen. Palautteissa oli ainoastaan muutama yksittäinen negatiivinen palaute, esimerkiksi epäselvä video ei ollut toimiva ratkaisu. Tämä asettaakin luentodemonstraatiolle omat vaatimuksensa.

Palautteista ja luentomateriaaleista huomataan, että luennoilla esitetyt demonstraatiot olivat opettajajohtoisia. Demonstraatioista keskustelu on kuitenkin tuonut vuorovaikutusta luennoille. Yhdessä palautteessa mainitaan kuitenkin toive oppilasjohtoisista demonstraatioista.

4.2 Työturvallisuus

Demonstraatioita rajoittavat huomattavasti käytettävät kemikaalit. Ensimmäkin lainsäädäntö, kuten EU:n asettama REACH -asetus³⁰ ja Suomen kemikaalilainsäädäntö³¹, määrittävät jo paljon kiellettyjä ja vaarallisia kemikaaleja. Nämä säädökset eivät useinkaan ole rajaava tekijä perusopetuksessa, jossa useat tehtävät demonstraatiot voidaan suorittaa helposti vaarattomilla kemikaaleilla, usein käytetään jopa tavallisia elintarvikkeita. Esimerkkinä toimii "alkujuoma" demonstraatio³², jossa käytetään vain sitruunahappoa, ruokasoodaa, mehua ja sokeria. Samoin voidaan menetellä yliopisto-opetuksessa kuten esim. myöhemmin tässä tutkimuksessa esiteltävä demonstraatio Jyväskylän yliopiston KEMP115 Kemian perusteet 5 -kurssilla. Yliopisto-opetuksessa kuitenkin käytetään myös kemikaaleja, joilla tehdään tutkimusta ja opiskelija tulee käsittelemään kemikaaleja laboratorio-opetuksessa. Luennoitsija voi esimerkiksi demonstroida omia tutkimuksiaan tuoden opetukseen käytännön työelämää. Tällöin jää luennoitsijan vastuulle huomioida edellä mainitut säädökset.

Toinen seikka työturvallisuudessa on opettajan riittävät tiedot ja taidot. Mandt on artikkelissaan³³ tutkinut opettajien työturvallisuustaitoja laboratorio-olosuhteissa. Artikkelissa todetaan, että on ensisijaisen tärkeää kouluttaa opettajia, jotta he voivat opettaa oppilaitaan. Siinä todetaan myös,

että esimerkiksi laboratoriossa olevat sammutusvälineet voivat luoda harhaanjohtavan turvallisuuden tunteen. Välineet ovat turhia, jos niitä ei osata hätätapauksessa käyttää.

Opetusmenetelmät vaikuttavat myös osaltaan työturvallisuuteen. Kuten aiemmin kappaleessa 2.4 on kerrottu yliopiston luento-opetustilojen olevan puutteellisia varustukseltaan: vetokaappien puute poistaa käytännössä mahdollisuuden suorittaa makroskaalan demonstraatioita, jotka sisältävät palamisreaktioita tai huomattavia määriä haihtuvia yhdisteitä. Tällaisille demonstraatioille vaihtoehdot ovat aiemmin esiteltyt vaihtoehdot: viedään demonstraatio fyysisesti pois salista tietoteknisin ratkaisuin tai suoritetaan demonstraatio mikroskaalan demonstraationa. Työturvallisuuden kannalta on huomioitavaa kuka demonstraation suorittaa ja miten. Luennoitsijaa voi esimerkiksi olla avustamassa assistentti, kuten jäljempänä kerrotaan esimerkki Jyväskylän yliopiston KEMA283 Orgaaninen kemia 2 -kurssilta.

Demonstraatiolla voi myös olla itsessään tavoite opettaa työturvallisuutta. Opettaja käyttää niitä suojavälineitä (suojalasit ja -takki), joita opiskelijoita vaaditaan käyttämään laboratorio-opetuksessa. Demonstraatiossa voidaan myös opettaa turvallisia työmenetelmiä ja laitteistojen käyttöä. Tämän tyylistä demonstraatio-opetusta käytetään useimmilla laboratorioskursseilla kemian laitoksella Jyväskylän yliopistossa. Opettaja näyttää oikean työtavan tai laitteen oikeaoppisen käytön opiskelijaryhmälle ja tämän jälkeen oppilaat voivat käyttää laitteita itsenäisesti. Näin demonstroidaan asioita esimerkiksi KEMA239 Orgaanisen kemian työt -kurssilla, joka sisältää työhönjohdatuskurssin työturvallisuudesta ja oikeista työmenetelmistä³⁴.

4.3 Tutkimuksia demonstraatio-opetuksesta

Demonstraatiopohjainen yhteistoiminnallinen oppiminen

Yhdysvalloissa viidessä yliopistossa on testattu demonstraatiopohjaista yhteistoiminnallista oppimista³⁵. Tässä mallissa yhdistyy perinteinen demonstraatio-opetus ja yhteistoiminnallinen opetus. Tutkimuksessa on esitelty kolme eri tyyliä toteuttaa tämän tyyppistä opetusta:

1. Opiskelijoille näytetään demonstraatio, he työskentelevät pienissä ryhmissä ja lopuksi jokainen vastaa itse kysymyksiin.
2. Kirjallisen kokeen osana. Demonstraatio näytetään ennen koetta ja demonstraatioita koskeviin kysymyksiin vastataan omaan koepaperiin.
3. 48 tuntia ennen kirjallista koetta näytetään demonstraatio ja opiskelijat voivat yhdessä pohtia kysymyksiä, kysymyksiin vastaa kukin kirjallisessa kokeessa.

Tutkimuksessa huomattiin, että oppimistulokset paranivat jonkin verran ryhmällä, jossa käytettiin demonstraatiopohjaiseen yhteistoiminnalliseen oppimiseen perustuvaa opetusta. Huomioitavampaa kuitenkin oli, että opiskelijoiden yhdessä opiskeluun luentojen ulkopuolella käyttämä aika kaksinkertaistui. Tämän perusteella mallin mukainen opetus lisää opiskelijoiden välistä kanssakäymistä.

Demonstraatiot verrattuna oppimistehtäviin

Deese *et al.*³⁶ tutkivat demonstraatio-opetuksen vaikutusta oppimiseen verrattuna oppimistehtäviin. Tutkimuksen koeryhmälle näytettiin kurssin aika-

na viisi eri demonstraatiota ja heitä ohjeistettiin kirjaamaan ylös havaintonsa. Jokainen demonstraatio-opetuskokonaisuus pisteytettiin 20 pisteen arvoiseksi. Vertailuryhmälle ei näytetty demonstraatioita, vaan heille annettiin vastaavasti viisi oppimistehtävää/kyselyä. Vastaavasti kuin demonstraatioissa, opiskelijoilla oli mahdollisuus saada 20 pistettä jokaisesta tehtävästä. Koe toistettiin kolme kertaa.

Testin tuloksien mukaan oppiminen ei ollut tilastollisesti merkitsevästi parempaa koeryhmällä verrattuna vertailuryhmään. Silti tuloksia katsottaessa koeryhmä sai hieman paremmat tulokset jokaisessa kolmessa kokeessa. Tutkimuksessa todetaan, että aiheesta on vielä jatkotutkimuksen tarvetta.

Demonstraatiot TTY:n orgaanisen kemian opetuksessa

Yli-Sissala on tutkinut diplomityössään kuinka demonstraatioita voisi käyttää orgaanisen kemian yliopisto-opetuksessa oppimisen tukena³⁷. Tutkimuksensa loppupäätelmissä hän toteaa, että demonstraatiot voisivat olla hyödyllisiä tuomaan konkretiaa, herättelemään kiinnostusta ja motivoimaan yliopisto-opetuksen luentokursseilla. Tämän lisäksi hän on kehitellyt mahdollisia demonstraatioita käytettäväksi TTY:n orgaanisen kemian opetuksessa. Demonstraatioita ei vielä diplomityön tekemisen aikana ole TTY:llä ollut opetuskäytössä.

Demonstraatiot JY:n KEMA283 Orgaaninen kemia 2 -kurssilla

Orgaanisen kemian aineopinnoissa kurssilla KEMA283 on käytetty demonstraatioita viimeiset kaksi vuotta³⁸. Näillä luennoilla on pyritty viikoittain näyttämään jokin demonstraatio, joihin on aina liittynyt keskustelua ja de-

monstraatiot ovat liittyneet luennon aiheeseen. Useimmiten nämä kokeet ovat toimineet aiheeseen johdattavina esimerkkeinä ja luennon mittaan demonstraatioon on voitu aina tarvittaessa palata. Demonstraatioilla on pyritty tukemaan kurssin osaamistavoitetta: "Kurssin hyväksytysti suorittanut opiskelija osaa suunnitella yksinkertaisten orgaanisten yhdisteiden synteesejä kurssilla opittujen reaktioiden (nukleofilinen substituutio ja additio, karbonyylikondensaatio) avulla sekä hallitsee reaktioihin liittyvät perusreaktiomekanismit ja reaktiomekanistisen ajattelun." ³⁹. Kurssin verkkomateriaalissa on annettu demonstraatioihin liittyviä kysymyksiä opiskelijoiden pohdittavaksi. Demonstraatioiden valmistelusta ja esittämisestä on vastannut luennoitsija yhdessä kurssilla tuntiopettajana toimivan tohtorikoulutettavan kanssa. Useimmiten tohtorikoulutettava on valmistellut demonstraatiot valmiiksi luentosaliin ja luennoitsija on hoitanut esittämisen.

KEMA283 -kurssin luennoilla on esitetty demonstraatioita erilaisilla menetelmillä ja esitysmetodeilla sekä eri opetustarkoituksilla. Seuraavaksi esitellään kolme esimerkkiä kurssilla käytetyistä demonstraatioista. Ensimmäisessä esimerkissä näytettiin mikroskaalassa yksinkertaisia synteesisreaktioita, esimerkiksi karbonyyliyhdisteiden kemiasta puhuttaessa aromaattista ketonia, asetofenonia, pelkistettiin 10 mg mittakaavassa natriumboorihydridillä. Reaktiota seurattiin luennon kuluessa ohutlevykromatografisesti. Reaktion tapahtuttua demonstraatioissa avustanut jatko-opiskelija mittasi tuotteesta kiraa-lisen kaasukromatogrammin. Yhdisteen havaittiin olevan raseeminen. Tämän kokeen avulla opiskelijoita johdatettiin ymmärtämään aineiden reaktiivisuuksia, reaktiomekanismeja ja niiden käytännön merkitystä.

Osa luentodemonstraatioista oli joissakin määrin viihteellisempiä. Karbonyylikondensaatioiden yhteydessä opiskelijoille kerrottiin sekoitettavat läh-

töaineet ja kurssilaisten tehtävänä oli mekanistisesti päätellä muodostuva tuote. Tämän jälkeen reagenssit, 2,3-butadioni ja metyyliamiinihydrokloridi, sekoitettiin natriumhydroksidin vesiliuoksessa. Reaktiossa muodostuva kondensaatiotuote, 3-metyyli-imino-2-butanoni, muistuttaa tuoksultaan voimakkaasti popcornia.

Eräissä tapauksissa luentodemonstraatio näytettiin ensin ja tämän jälkeen opiskelijoita pyydettiin kehittämään havaituille ilmiölle selityksiä. Esimerkkinä tällaisesta demonstraatiosta oli erilaisten ketonien reaktio emäksisen jodiliuoksen kanssa. Vain metyyliketonit reagoivat tuottaen vaalean jodoformisakan. Opiskelijat kuitenkin tarjosivat useita vaihtoehtoisia selityksiä, joista käytiin vuoropuhelua luennoitsijan kanssa.

Osa kurssilla esitetyistä demonstraatioista on myös videoitu ja ne on lisätty kurssin verkkomateriaaliin Optima-alustalle.

Luku 5

Yhteenveto

Demonstraatioita voidaan toteuttaa monella tavalla niin opetustavan kuin teknisen toteutuksen mukaan. Opetustavan mukaan demonstraatiot voidaan jakaa pääpiirtein opettaja- tai oppilasjohtoisiin sekä näiden erilaisiin yhdistelmiin. Perinteinen opettajajohtoinen demonstraatio on saanut rinnalleen oppilasjohtoisia demonstraatiotyyppejä sekä oppilaan rooli on muuttunut oppimiskäsitysten kehittyessä passiivisesta seuraajasta aktiiviseksi toimijaksi.

Demonstraatiot voidaan toteuttamistavan mukaan jakaa makro- ja mikro- skaalan demonstraatioihin sekä tietokoneavusteisiin demonstraatioihin. Demonstraatioiden erilaiset toteuttamistavat ovat lisääntyneet teknisten ratkaisujen kuten tietokoneiden ja dokumenttikameroiden avulla.

Oppimiskäsityksissä valta-asema on alkanut siirtymään behaviorismilta konstruktivismiin. Oppilaat ja opiskelijat pyritään tuomaan aktiivisiksi osallistujiksi oppimistilanteeseen. Demonstraatioita suunniteltaessa ja toteuttaessa on myös syytä muistaa Johnstonen kolmitasomallin mukainen opiskelijan työmuistin rasittaminen. Yhtä asiaa selittäessä tulisi käyttää enintään kahta

kolmesta tasosta, jolloin työmuisti ei rasitu liikaa, ja näin ehkäistään virhekäsitysten synty.

Demonstraatioiden käyttämistä on tutkittu jonkin verran yliopistokäytössäkin, mutta näiden tutkimusten tulokset eivät tue täydellisesti demonstraatioiden hyödyllisyyttä oppimisen lisääjänä. Tällä saralla on vielä tarvetta tutkimuksille. Suomen yliopistoissa asiaa on alettu hieman selvittämään ja demonstraatioita on myös käytössä, erityisesti pidemmällä opinnoissa. Tästä esimerkkinä aiemmin esitelty Jyväskylän yliopiston KEMA283 -kurssi, jonka toteutuksessa on mukana Lampiselän uuden tyyppisen demonstraatiomallin mukaisia elementtejä, kuten ennen demonstraation tekemistä muodostuvan tuotteen päättelystä lähtöaineista. Tällä kurssilla demonstraatioista on tullut pääosin positiivista palautetta. Demonstraatioita on kuitenkin hyvin niukasti perusopintotason suurilla kursseilla.

Osa II

Kokeellinen osa

Luku 6

Johdanto

6.1 Tutkimuksen tarkoitus

Kokeellisessa osassa selviteltiin demonstraatioiden käyttöä ja niihin suhtautumista Jyväskylän yliopistolla. Näihin vastauksia etsittiin seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

1. Millaisia demonstraatioita käytetään kemian yliopisto-opetuksessa?
2. Miten demonstraatioiden sisällyttämiseen luentoihin suhtaudutaan?

Tutkimuskysymysten avulla pyrittiin selvittämään millainen tilanne Jyväskylän yliopistossa on demonstraatioiden suhteen. Tämän tiedon avulla saatiin myös selville eroja eri opetushenkilöiden välillä opetusmenetelmissä. Näiden kysymysten avulla selvitettiin, mitkä syyt hidastavat tai vaikeuttavat opetuksen kehittämistä ja siirtymistä perinteisestä luennoinnista monipuolisempiin opetusmenetelmiin. Kun tiedostetaan, mitä muilla kursseilla tehdään, sekä mitkä tekijät hankaloittavat opetuksen kehittämistä, voidaan tietoa ja-

kaa koko opetushenkilökunnalle ja näin välttyä päällekkäiseltä ja kehitystä hidastavalta työltä.

Toisena osiona tutkittiin, miten demonstraatiot vaikuttavat motivaatioon. Painopisteitä tässä olivat motivaatio opiskeluihin sekä työelämäyhteydet. Kysymysasettelua ohjasivat seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Motivoivatko demonstraatiot kemian opiskeluun?
2. Tuovatko demonstraatiot työelämäyhteyksiä opetuksessa?

Kemian alalla on perinteisesti ollut suuri määrä opiskelijoita, jotka eivät jatka ensimmäisen vuoden jälkeen opintojaan. Jyväskylän yliopistossa tätä ongelmaa on ratkaistu mm. kehittämällä HOPS-ohjausta ja opintojaan jatkavien määrä onkin saatu nousemaan n.62-72 %:iin aloittavista opiskelijoista vuosittain⁴⁰. Artikkelissa todetaan myös, että päätoimiset opiskelijat eivät välttämättä valmistu kolmen vuoden tavoiteajassa, vaikka viivästymiselle ei ole merkittäviä syitä. Peruskurssit ovat ensimmäisiä kursseja, jotka opiskelijat käyvät kemian opinnoistaan ja ensimmäisillä kursseilla saavutettu motivaatio opintoihin voi johtaa myös motivaatioon myöhemmin opinnoissa. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään lisäävätkö demonstraatiot motivaatiota opiskeluun ja sitä kautta ajallaan valmistumiseen.

Kemian opiskelijoille ei välttämättä ole selvää mihin valmistuessaan työllistyy ja työelämäopintoja onkin usein toivottu opintoihin lisää (esimerkiksi Jyväskylän yliopiston kemian opiskelijoiden ainejärjestön palautekysely opinnoista⁴¹). Kysymyksellä demonstraatioiden työelämäyhteyksistä selvitetään mahdollisuutta, että integroimalla luento-opetukseen työelämäaspekteja, voidaan lisätä toivottuja työelämäopintoja ilman erillisiä kursseja.

6.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytettiin kahta eri tutkimusmenetelmää: haastattelu- ja kyselytutkimusta. Haastattelututkimus suoritettiin haastattelemalla Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen henkilökuntaa. Tutkimusta varten suoritettiin kuusi haastattelua ja ne kohdistettiin syksyllä 2015 luennoitavien peruskurssien (KEMP111 Kemian perusteet 1, KEMP112 Kemian perusteet 2 Yleinen kemia ja KEMP115 Kemian perusteet 5 Kemia elinympäristössä) kurssien luennoitsijoille, sekä laitoksen opettajankoulutuksessa mukana oleville henkilökunnan jäsenille. Haastattelut valittiin tähän tutkimukseen pienen otannan mahdollistamana ja aiheen laadullisen luonteen myötä sopivimpana. Haastattelun hyviä puolia ovat mm. mahdollisuus tarkentaa kysymyksiä ja muodostaa lisäkysymyksiä kysymyspohjan lisäksi tarvittaessa. Myös vastausten tarkentaminen ja selventäminen on helppoa. Rajoituksena haastattelututkimukselle on sen vaatima aika. Sekä haastattelijalle että haastateltavalle sopivan ajan etsiminen, itse haastatteluun kuluva aika ja haastatteluiden litterointi ja analysointi vievät huomattavasti enemmän aikaa kuin numeerisen datan tulkitseminen. Tarkasti valituilla haastateltavilla haastattelututkimuksella voidaan saada luotettavaa ja tarkkaa dataa, joka on verrattavissa asiantuntijalausuntoihin. Haastatteluissa käytettiin kuuden kysymyksen haastattelupohjaa, joka löytyy liitteestä 1.

Kyselytutkimus toteutettiin KEMP115 Kemian perusteet 5 (Kemia elinympäristössä) -kurssin osallistujille. Kyselylomake oli vastattavissa opiskelijoille Moodle-oppimisympäristöllä ja kurssin sähköpostilistalla jaetun linkin kautta. Kysely toteutettiin Google Forms -lomakkeen avulla. Tutkimus päätettiin toteuttaa kyselylomakkeen avulla kurssin suuren osallistujamäärän (kurssilla 151 ilmoittautunutta⁴²) vuoksi. Kyselylomakkeella on mahdollista saada

nopeasti ja vaivatta suurelta ihmismäärältä vastauksia. Tällöin materiaali on luotettavampaa, kun se saadaan mahdollisimman suurella otannalla. Kyselylomake ei kuitenkaan mahdollista samalla tavalla kysymysten tarkentamista, eikä tutkija voi anonymissa kyselyssä jälkikäteen tarkentaa epäselviä vastauksia kysymällä vastaajalta. Anonyymi vastaus myös mahdollistaa helposti epäselvät, valheelliset ja väärin ymmärretyt vastaukset. Tämä asettaa kysymyslomakkeelle rajoituksia ja lomake on syytä suunnitella tarkoin. Kyselyyn saatiin 80 vastausta eli vastausprosentti oli n. 53 %. Käytetty tutkimuslomake löytyy liitteestä 2.

Luku 7

Tutkimustulokset: Haastattelut

7.1 Mikä on demonstraatio?

Haastatteluissa ensimmäiseksi selvitettiin millainen kuva opetushenkilöillä on demonstraatioista ja miten he käsittävät demonstraation. Kysymyksen avulla pyrittiin pohjustamaan keskustelua demonstraatioiden käytölle ja varmistamaan, että haastattelija ja haastateltava puhuvat samoista asioista. Haastattelussa pyrittiin keskittymään demonstraatioihin varsinkin kemian opetuksen kontekstissa, mutta myös esimerkiksi fysiikan demonstraatioiden mainittiin olevan hyvin saman tyyppisiä kuin kemiassa.

Kaikki haastatellut mainitsivat demonstraation voivan olla jonkinlainen kemiallisen ilmiön koejärjestely. Kokeellisuuden painotettiin liittyvän vahvasti demonstraatioihin. Useimmissa vastauksissa määriteltiin myös ero kahden eri kokeellisen työmuodon, demonstraation ja laboratoriotyön, välille. Näistä eroista mainittiin selkeimpänä se, että demonstraatio on jotain mitä kaikki eivät tee. Tyypillisen demonstraation mainittiin olevan: "... se tehdään ker-

ran ja on useita seuraajia, jotka katselee sitä demonstraatioo ja sitten siinä käydään keskustelua sen demonstraation tekemisen yhteydessä."

Toinen suuri kokonaisuus demonstraation määrittelyssä oli se, kuka demonstraation tekee. Viisi haastateltavista mainitsi ensin vain, että demonstraatio on opettajajohtoinen tapahtuma. Johdattelevien jatkokysymyksiä jälkeen kaikki kuitenkin olivat sitä mieltä, että myös oppilaalla voi olla enemmän roolia demonstraatioissa. Mielenpide oppilaan roolista kuitenkin vaihtelee haastateltavien välillä. Suurimman osan mielestä demonstraatio voi olla täysin oppilaslähtöinen tapahtuma ja yksi oli sitä mieltä, että oppilaan rooli on suurimmillaankin vain opettajan avustajana. Yksi haastateltava mainitsi heti ilman johdattelua, että demonstraatio voi olla opettaja- tai oppilasjohtoinen.

Demonstraatioista mainittiin myös, että niitä on useita eri tyyppisiä, ja että on paljon erilaisia tapoja toteuttaa niitä. Kolmessa haastattelussa tuli esille esimerkki, että laitteen tai ohjelman opettaminen voidaan toteuttaa demonstraatioksi laskettavalla tavalla. Eräs haastateltava kuvasi tällaisen demonstraation seuraavasti: "...koska me kemiassa käytetään kaikenlaisia apuvälineitä esimerkiksi sovitukseen ja muuta nii sehän voi olla siis sellanen demonstraatio, että näin käytät tätä ohjelmaa, että sitten saa sen ja sen tehtävän tehtyä..." Videon ja dokumenttikameran käyttö demonstraation esittämisen välineenä nousivat myös esille teknisinä ratkaisuuina.

7.2 Demonstraatiot Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella

Peruskurssit

Kemian laitoksella luennoidaan syksyllä peruskursseista KEMP111, KEMP112 ja KEMP115. Näiden lisäksi peruskurssien rinnalla kulkee KEMA200 Johdatus laboratoriotöihin -kurssi. Luennoitavilla kursseilla käsitellään kemian perusasioita ja kurssien oppimistavoitteet muodostuvatkin näiden ympärille. Esimerkiksi KEMP111 -kurssille on asetettu mm. seuraavanlaisia osaamistavoitteita⁴³:

1. Osaa käyttää kemian peruskäsitteitä ja -termejä
2. Tietää yhdisteiden nimeämisen perusteet
3. Hallitsee reaktioyhtälöiden kirjoittamisen ja tasapainottamisen sekä stoikiometriset ja konsentraatiolaskut

KEMP115 -kurssi taas käsittelee kemiaa elinympäristössä ja se näkyy myös tämän kurssin osaamistavoitteissa⁴²:

1. Ymmärtää kemian merkityksen yhteiskunnassa
2. Tunnistaa kemiallisten ilmiöiden yhteyden arkipäivän elämään
3. Tuntee vihreän kemian peruseriaatteet
4. Tunnistaa ja hallitsee kemiallisia prosesseja, jotka liittyvät luonnonilmiöihin ja luonnon kiertokulkuun

KEMA200 -kurssilla taas osaamistavoitteet rakentuvat laboratoriotyöskente-
lyn ympärille. Niissä painotetaan oikeaoppisia työtapoja ja työturvallisuut-
ta⁴⁴.

Kursseilla KEMP111 ja KEMP115 mainittiin olevan käytössä jonkinlaisia
demonstraatioita. KEMP111 -kurssilla perinteisiä kokeellisia demonstraatio-
ita ei ole ollut käytössä. Sen sijaan luennoilla on käytetty erilaisia mole-
kyyylimalleja kuvaamaan asioita. Tämän lisäksi on käytetty joitain videoi-
ta. Luennoitsija laskee myös laskuesimerkkien tekemisen luennoilla yhdeksi
demonstraatio-opetuksen muodoksi.

KEMP115 -kurssilla on viime syksynä ollut käytössä neljä erilaista demon-
straatiota. Demonstraatioiden toteuttamiseen käytettiin apuna dokumentti-
kameraa, koska videot luennoidaan myös avoimen yliopiston käyttöön. Esi-
merkkeinä käytetyistä demonstraatioista mainittiin kaurapuuron keitto-de-
monstraatio, jossa luennoitsija keittää kaurapuuroa. Toteutukseltaan tämä
demonstraatio on opettajajohtoinen kokonaisuus, mutta sillä on ollut monia
käyttötarkoituksia. Sillä on johdateltu ja herätelty itse aiheisälttöön, hiili-
hydraattikemiaan ja vetysidoksiin. Tämän lisäksi sillä on havainnollistettu
kurssin suoritustapaa, joka sisältää paljon itseopiskelua verkkomateriaalin
avulla. Luennoitsija on käyttänyt vertausta: "...mun mielestä luennoiminen
on sitä, että professori on keittänyt puuron valmiiksi ja tarjoilee sitä sieltä
lusikalla ja opiskelijan tehtävänä on vaan aukasta suu ja ottaa tai olla otta-
matta, nii mää olin sit sitten sitä mieltä, että mä tarjoan niille hiutaleet ja
reseptin ja tehkää ite, koska mulla on tuolla verkkokurssilla oikeestaan suurin
osa tehtävistä."

Toinen esimerkki kurssilla käytetystä demonstraatiosta osoittaa osaltaan de-
monstraatio-opetuksen haasteita (Haasteisin palataan tarkemmin myöhem-

min kappaleessa 7.3). Demostratioissa oli yritetty havainnollistaa eri aineiden erilaista haihtumista väriaineen avulla. Väriaine ei kuitenkaan liennut kaikkeen, jolloin demonstraatiosta ei saatu havainnollistavaa koetta kuvattuna luennon tallennetta katsoville. Kyseiselle luennolle oli paikan päällä osallistunut sen verran vähän väkeä, että demonstraatio oli toteutettu heille oppilasryhmädemostraationa.

KEMP112 Kemian perusteet 2 -kurssille oltiin valmistelemassa syksyille 2015 videoita, jotka toimivat demonstraatioina ja tukevat oppimistehtävän tekemistä. Kurssin itseoppimismateriaalia verkkoympäristössä on syksyn 2015 lisätty ja kehitetty. Kurssin uudistamista tehdään osana eEducation -hanketta⁴⁵.

Kaksi peruskurssia pitäneistä haastatelluista mainitsivat syyn, jonka takia luennoitsijat eivät ole luentokursseille tuoneet juurikaan demonstraatioita. Nämä haastateltavat ovat olleet yhtä aikaa vastuussa sekä perusopintojen luento- että laboratoriokursseista. Molemmat ovat kokeneet tuoneensa kokeellisen kemian opetuksen laboratoriokurssin kautta. Molemmista kursseista vastaavana he ovat tienneet, mitä milloinkin näillä kursseilla tehdään ja näin ovat voineet rytmittää opetusta sopivasti tuoden laboratoriotöiden aiheita luennoilla. Tällä ajattelulla on myös yhteys Johnstonen kolmitasomalliin. Laboratoriossa käydään asioita makrotasossa ja luennoilla mikrotasossa. Kummallakin opetusta tuetaan symbolisella tasolla ja näin käytetään kerrallaan kahta tasoa, mikä ei Johnstonen mukaan rasita oppijan työmuistia liikaa.

Muu opetus

Kemian laitoksen muussa opetuksessa demonstraatioita käytetään ennen kaikkea laitoksen opettajakoulutuksessa⁴⁶. Opettajakoulutukseen kuuluu olennaisena osana demonstraatiot, koska tulevan opettajan on niitä opittava käyt-

tämään omassa opetuksessaan. Opettajaopinnojen laboriokursseilla käydään lävitse paljon laboriortöitä sekä demonstraatioita, joita käytetään lukio- ja peruskouluopetuksessa. Näillä kurssseilla demonstraatio-opetuksen malli ei mukaile perinteisiä malleja.

Tyypillinen demonstraatio opettajaopinnoissa on sellainen, jossa opiskelijat itse tekevät demonstraatioita ja ohjaajan rooli on kysymyksiä avulla johdatella teoriaan demonstraation takana. Demonstraatiot ovat tekovaiheessa hyvin oppilasjohtoisia, mutta työn läpikäynnissä opettajalla on suuri rooli keskustelun johdattajana. Tällainen demonstraatio on dialogiltaan hyvin Lampiselän mallin¹ mukainen. Erona Lampiselän malliin on opettajan pienempi rooli työn konkreettisesti suorittamisessa. Tämän tyyppinen opetus myös mukailee nykyisten opetussuunnitelmien^{8,9} oppimiskäsitystä antaen oppijalle vastuun tekemisestään ja opettaja vuorovaikutuksellisella keskustelullaan tukee oppimista.

7.3 Miten demonstraatioiden käyttöön ja niiden tuomiseen opetukseen suhtaudutaan?

Suhtautumista demonstraatioihin selvitettiin haastattelussa kahden kysymyksen avulla:

1. Miksi demonstraatioita käytetään? Mikä niiden opetustarkoitus on?
2. Miten demonstraatiot vaikuttavat oppimiseen?

Kysymyksen: "Mitä haittaa/hyötyä demonstraatioista on?" avulla selvitettiin, mitä haasteita demonstraatio-opetuksessa on, kun sitä toteutetaan yli-

opiston luentokurssilla. Tällä kysymyksellä haettiin pääosin käytännön haasteita kuten resursseihin, tiloihin ja aikaan liittyviä asioita, eikä niinkään oppimiseen liittyviä asioita. Yliopistoyhteisön suhtautuminen demonstraatioiden käyttöön selvitettiin kysymyksellä: "Kannustetaanko tai tuetaanko sinua demonstraatioiden käyttöön?".

Luennoitsijoiden oma suhtautuminen

Haastatellut luennoitsijat suhtautuvat demonstraatioiden käyttöön yleisesti ottaen positiivisesti. Tästä on osoituksena se, että kaikki vastaajat joko käyttävät demonstraatioita jossain muodossa tai käyttäisivät, jos tiettyjä haasteita ei olisi. Nämä haasteet nousevat esiin myös niillä, jotka demonstraatioita käyttävät ja he käyttäisivät ilman näitä haasteita vieläkin laajemmin demonstraatioita. Haasteista kerrotaan tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

Demonstraatioiden hyötyjä nostetaan esille useita. Useimmiten luennoitsijat kertovat demonstraatioiden toimivan hyvin herättelemiseen, joko luennon aiheeseen johdattavana tai luennon rytmiä katkaisevana, motivointiin tai mielenkiinnon sytyttämiseen. Kaikki haastatellut mainitsevat vähintään jonkun näistä.

Demonstraatiot ovat hyviä mallintamaan asioita, antamaan esimerkkejä ja opettamaan oikeita työtapoja. Näitä mainitaan neljässä haastattelussa. Kaksi kertaa mainitaan myös luennoitavan aiheen konkretisointi sekä teorian ja havaintojen linkittäminen.

Haasteita demonstraatioiden toteutuksessa

Erilaiset haasteet demonstraatio-opetuksen toteutuksessa vaikuttivat luennoitsijoiden suhtautumiseen demonstraatioiden käyttöön. Näitä haasteita voidaan jakaa kolmeen luokkaan: teknisiin haasteisiin, puutteisiin tiedoissa ja taidoissa sekä erinäisiin ongelmiin resursseissa.

Tekniset haasteet

Teknisissä haasteissa suurin kokonaisuus on tilat ja niihin liittyvät ongelmat, tällaisia ongelmia mainitsi viisi haastatelluista. Ensimmäkin kemian laitoksen luennot, varsinkaan peruskursseilla, eivät ole läheskään aina kemian laitoksella. Luentoja voi olla jokaisella Jyväskylän yliopiston kolmella kampuksella. Tämä tuo luennoitsijalle haasteita materiaalien kuljetukseen. Toinen suuri haaste käytössä olevissa tiloissa on niiden varustus. Luentosaleissa ei ole esimerkiksi vetokaappeja, joten tämä rajaa paljon mahdollisia demonstraatioita. Kolmanneksi hyvin varusteltujen tilojen koko, eli käytännössä laboratoriorien koko. Näihin ei voi mennä luentokurssin kokoisen joukon kanssa pitämään demonstraatioita sisältävää luentoa.

Kolme haastateltua mainitsivat välineet ja riittävän turvalliset kemikaalit haasteeksi. Välineitä ei ole aina saatavilla, varsinkaan, jos tarvitaan jokin erikoisempi laite, joita ei ole montaa koko laitoksella. Tästä esimerkkinä eräs haastatelluista mainitsi aurinkokennon, jollainen löytyy tähän tarpeeseen vain toisen henkilökuntaan kuuluvan työhuoneesta. Myös kemikaalit koettiin haasteeksi, varsinkin, jos niitä joutuu kuljettamaan pidempiä matkoja. Toisaalta haastateltavista puolet myös mainitsi näihin ongelmiin ratkaisuehdotuksia. Näitä oli esimerkiksi kemikaalien korvaaminen elintarvikkeilla ja

välineissä soveltaminen.

Kolmas osio teknisissä haasteissa koettiin olevat demonstraation esittäminen suuressa luentosalissa. Tämän mainitsi kolme haastatelluista. Perinteinen demonstraatio saattaa olla hyvin hankala näytettävä suuressa luentosalissa, varsinkin, jos suuria ainemääriä ei voi käyttää. Kaikki haastatellut kuitenkin mainitsivat teknisiä apukeinoja tämän ongelman ratkaisemiseksi, mutta kaikki eivät kokeneet niiden olevat yhtä mielekkäitä suuressa mittakaavassa, ilman teknistä tukea, tehdyn demonstraation kanssa. Teknisistä ratkaisuista mainittiin erilaiset videot ja etukäteen videoidut demonstraatiot sekä dokumenttikameran hyödyntäminen demonstraatiota luentosalissa tehdessä. Tässä kohtaa haastateltavien mielipiteet jakautuivat kahteen näkökulmaan. Noin puolet koki dokumenttikamera-avusteisen demonstraation yhtä hyväksi kuin ilman kameraa, riittävän suurella skaalalla tehdyn, näkyvän demonstraation. Puolet taas koki kamerasi käytön joko vievän pois demonstraatiosta itse tekemisen tuntua, verraten tätä muotoa videon käyttöön, tai kamerasi käytön asettavan lisäehtoja demonstraation suunnittelemiselle. Tästä esimerkkinä aiemmin kerrottu demonstraatio aineiden haihtumisen vertailusta.

Puutteet tiedoissa ja taidoissa

Tähän luokkaan liittyviä haasteita mainittiin vähemmän kuin teknisiä haasteita. Useimmin (3 kertaa) mainittiin sopivien demonstraatioiden löytämisen ongelma. Demonstraatio-opetuksen aloittaminen vaatii paljon tiedonhakua ja löytyneiden demonstraatio-ohjeiden soveltamista niin, että ne soveltuvat edellä mainittujen teknisten haasteiden puitteissa käytettäväksi opetuksessa.

Kerran mainittiin opetushenkilökunnan ammattitaito ja opetus- ja oppimiskulttuuri. Ammattitaidolla tarkoitettiin opettajien valmiutta heittäytyä esit-

tämään asioita muutenkin kuin perinteisellä luennoinnilla, sekä jatkokoulutuksen puutetta. Tässä yhteydessä nostettiin esille varsinkin tilanne alakoulujen fysiikka-kemian opetuksessa. Opettajat eivät yksinkertaisesti tiedä, mitä kaikkea voisi tehdä. Toisessa haastattelussa mainittiin opetus- ja oppimiskulttuuri. Asioita tehdään samalla tavalla kuin aina ennenkin ja muutos on usein hidasta. Hidas muutos taas vaikuttaa muutaman vuoden yliopistolla viettävälle opiskelijalle käytännössä olematomalle.

Resurssit

Resurssien puutteista tai rajallisuuksista mainittiin suurimpana haasteena aika, jonka mainitsi 5 haastatelluista. Ajalla tässä yhteydessä tarkoitetaan nimenomaan aikaa, jota käytetään demonstraatioiden valmisteleamiseen ja suunnitteleamiseen. Kaikki, jotka ajan mainitsivat ongelmaksi, totesivat kuitenkin, että luento-aika ei ole ongelma demonstraatioiden esittämiseen. Luennon aikaa voi käyttää demonstraatioihin suunnitellusti jättämättä mitään oleellista pois. Todettiin jopa, että luentoajan käyttäminen demonstraatioihin toisi luentoihin lisää interaktiivisuutta ja luennoinnin monotonisen rytmin katkaisua.

Valmisteluun käytettävää aikaa ei koettu olevan juuri nimeksikään. Luennoitsijoilla, yliopistonopettajia lukuunottamatta, on opetustyön lisäksi oma aikaa vievä tutkimustyö. Tällöin aikaa luentojen valmisteleamiseen ei välttämättä jää paljoa. Lisäksi toivottiin myös jostain löytyvän esim. kokonaisia päiviä pelkästään demonstraatioiden tai muun uuden opetusmuodon etsimiseen ja suunnitteleamiseen.

Resursseihin liittyvissä ongelmissa ei suoraan mainittu rahan puutetta ongelmaksi kertaakaan, sillä opetuksen kehittämiseen on jopa panostettu, ku-

ten esimerkiksi aiemmin viitattuun eEducation -hankkeeseen on panostettu. Taloudellisia resursseja kuitenkin koskettaa ryhmäkokojen suuruus. Monia asioita olisi helpompi toteuttaa pienemmissä ryhmissä, mutta opetusresursseja ei ole riittävästi pienentämään merkittävästi ryhmäkokoja ja vaikka ryhmiä saataisiin pienemmäksi, näille ei olisi tiloja.

Yliopistoyhteisön suhtautuminen

Haastateltavien keskuudessa vallitsee hyvin yhtenäinen mielipide siitä, että kemian laitoksella, kuten koko yliopistolla, vallitsee yleisesti positiivinen ilmapiiri opetuksen kehitystä kohtaan. Opetuskokeiluja saa tehdä kohtalaisen vapaasti ja kemian laitoksella niihin myös kannustetaan. Viisi haastatelluista myös mainitsee, että laitoksella opetushenkilöillä on huomattavan vapaat kädet toteuttaa opetusta.

Opetuksen kehityksen vapauden vastapuolena on se, että kaksi haastateltavista mainitsee suoraan suurimman kehityksen henkilöityvän tiettyjen innokkaiden opettajien ympärille. Myös muista haastatteluista voidaan päätellä haastateltavien kuuluvan tähän vahvasti positiivisten opetuksen kehitykseen suhtautuvien joukkoon.

Haastatteluissa nousi myös esille opetuksen kehityksen tuen laatu. Vaikka tähän suhtaudutaan positiivisesti ja opetuskokeiluihin kannustetaan, niin tuki koetaan henkiseksi. Osa haastateltavista toivoo konkreettisempaa tukea esim. aika- ja opetusresurssien muodossa. Myös tiiviimpää yhteistyötä ja työnjakoa opetushenkilöstön välillä kaivataan.

Luku 8

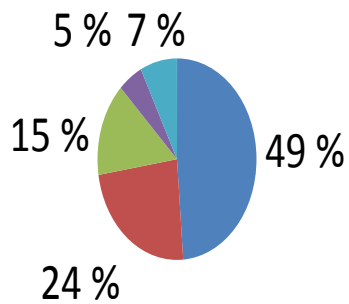
Tutkimustulokset: Kyselylomake

Opiskelijoille toteutetun kyselyn kyselylomakkeessa selvitettiin ensin taustatiedoissa ovatko opiskelijat osallistuneet opetukseen, jossa on käytetty demonstraatioita ja jos ovat, niin millaisia. Tämän lisäksi taustatiedoissa selvitettiin opiskelijoiden pääaine ja kuinka kauan he ovat opiskelleet yliopistossa. Näiden kysymysten avulla voidaan arvioida osaltaan vastauksia varsinaisten tutkimuskysymysten osalta.

Kuten kuvista 4 ja 5 nähdään, noin puolet vastaajista oli kemian pääaineopiskelijoita ja ensimmäisen vuoden opiskelijoita. Tämä toki oli odotettavaa, sillä KEMP115 -kurssi käydään kemian opintojen ensimmäisenä syksynä⁴⁷. Muuten kyselyyn osallistui sivuaineopiskelijoita pääosin matemaattisluonnontieteellisessä tiedekunnasta. Opintovuosissa mitattuna vastaajista noin kolmannes oli toisen vuoden opiskelijoita ja loput, noin neljäsosa, vanhempia opiskelijoita tai avoimessa yliopistossa opiskelevia. Luokat muut ja ei opiskele yliopistossa sisältää mm. avoimessa yliopistossa opiskelevia.

Pääaine

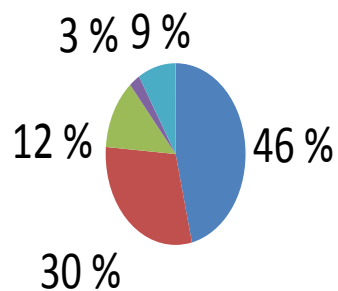
■ Kemia ■ Biologia ■ Fysiikka ■ Matematiikka ■ Muu



Kuva 4: Vastaaajien pääaine.

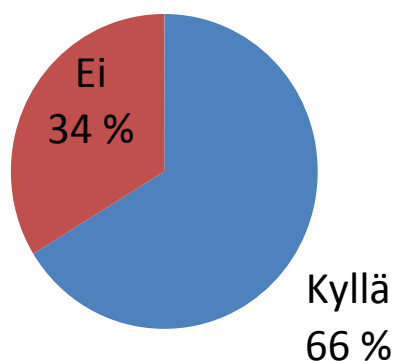
Opintovuosi

■ 1. ■ 2. ■ 3. ■ >3. ■ Ei opiskele yliopistossa



Kuva 5: Vastaaajien opiskeluvuodet.

Oletko nähnyt demonstraatioita käytettävänä aiemmissa opinnoissasi?



Kuva 6: Demonstraatioita nähneiden osuus.

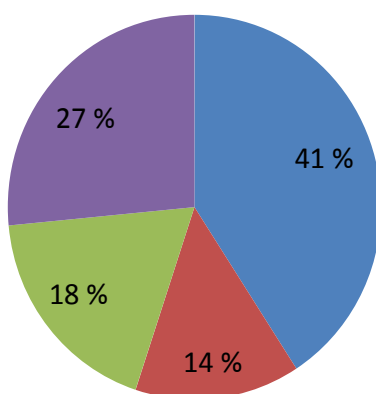
Opiskelijoiden, jotka vastasivat nähneensä demonstraatioita (kuva 6), vastaukset luokiteltiin neljään luokkaan seuraavasti:

1. Opettajajohtoinen
2. Oppilasjohtoinen
3. Sekoitus
4. Muu määrittely

Kuten kuvasta 7 huomataan, yli 40 % opiskelijoista olivat nähneet opettaja-johtoisia demonstraatioita, kun taas oppilasjohtoisia demonstraatioita olivat opiskelijat nähneet huomattavan vähän. Demonstraatioita, joissa on vaikutteita molemmista tyypeistä, oli nähnyt lähes viidennes vastaajista. Nämä

Opinnoissa aiemmin nähdyt demonstraatiot

■ Opettajajohtoinen ■ Oppilasjohtoinen ■ Sekoitus ■ Muu määrittely



Kuva 7: Demonstraatiotyypit.

vastaukset sisälsivät tyypillisesti mainintoja, että on tehty kummankin tyyppisiä demonstraatioita. Esimerkiksi eräässä vastauksessa todetaan: "Kaikenlaisia, joko opettajan esittämiä tai oppilaiden itse suorittamia."

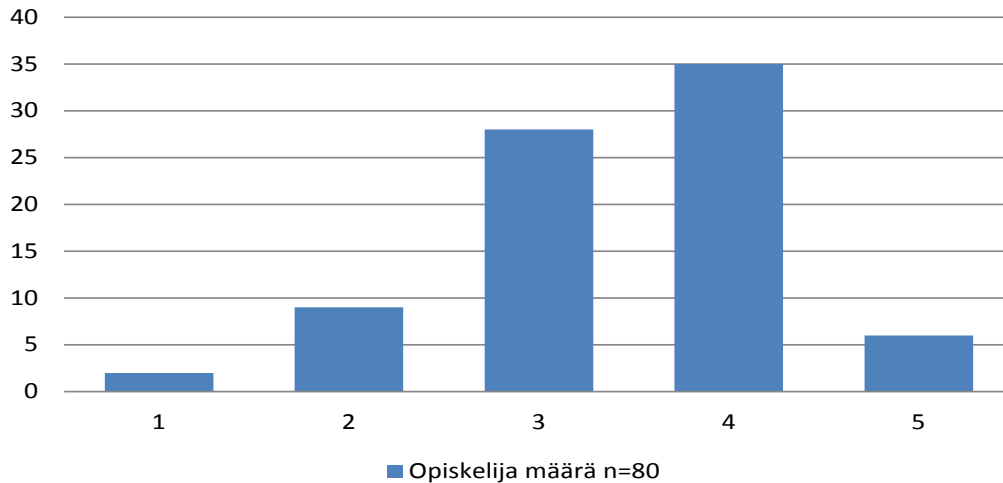
Luokassa "Muu määrittely" on demonstraatioita, joita ei voi selkeästi määrittellä mihinkään kolmesta edellä mainitusta luokasta. Vastaukset sisältävät vain hyvin lyhyesti mainittuna esimerkiksi demonstraation nimen/mihin ilmiöön se liittyy, kuten vastaus: "Happo -emäs reaktioita." Toinen tyypillinen vastausluokka tässä määrittelyssä oli yleiset kerronnat reaktioista ja ilmiöistä, kuten seuraavassa: "monenlaisia ilmiöitä ja reaktioita luonnontieteisiin liittyen".

8.1 Miten demonstraatiot motivoivat?

Demonstraatioiden motivoivuutta selvitettiin kahden kysymyksen avulla, joista ensimmäisessä selvitettiin, miten KEMP115 -kurssilla esitetyt demonstraatiot vaikuttivat motivaatioon. Toisessa kysymyksessä kysyttiin yleisempiä mielipiteitä demonstraatioiden käytön vaikutuksesta motivaatioon ja vaikuttavatko ne esimerkiksi opiskelupaikan valintaan tai nykyisessä jatkamiseen.

KEMP115 -kurssin osalta kysymys motivaatiosta oli kaksiosainen, ensin vastattiin numeerinen arvo sille, miten kiinnostavia kurssilla esitetyt demonstraatiot olivat. Likert-asteikollisessa kysymyksessä 1 kuvasi demonstraatiota "tylsiksi" ja 5 "erittäin kiinnostaviksi". Kuten kuvasta 8 nähdään, vastausten moodi oli 4. Keskiarvo vastauksille oli 3,4 (keskihajonta 0,9, keskihajonnan keskivirhe 0,1). Tästä voidaan todeta, että keskimäärin demonstraatiot koettiin mielenkiintoisiksi.

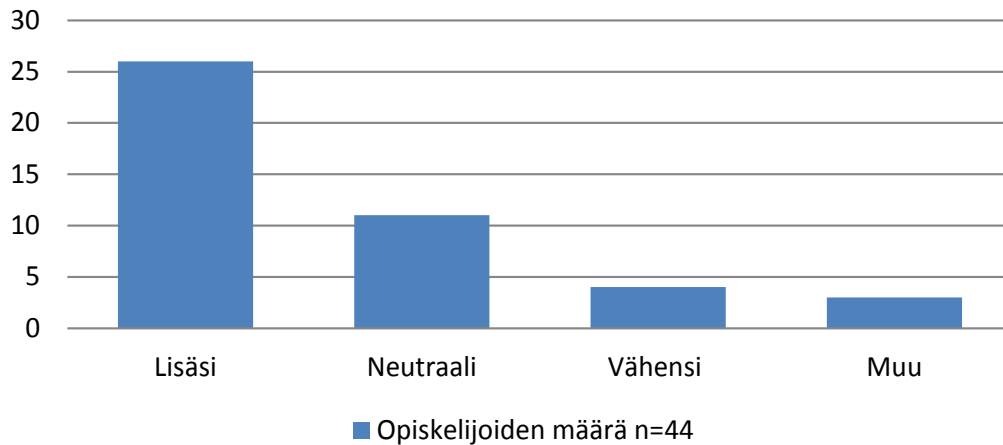
Mitä mieltä demonstraatioista yleensä ollaan KEMP115-kurssilla



Kuva 8: Demonstraatioiden kiinnostavuus KEMP115 -kurssilla

Kirjallisia perusteluita annettiin 44 kappaletta. Kommentit luokiteltiin neljään eriluokkaan: "lisäsi", "neutraali", "vähensi" ja "muu". Kuvasta 9 nähdään vastausten jakautuminen. Selvästi suurin osa (26) vastanneista antoi motivaation kannalta positiivisen kommentin. Neljä kommentoijaa koki motivaation heikentyneen demonstraatioiden takia ja perusteluiden mukaan kurssilla esitetyt demonstraatiot olivat joko liian yksinkertaisia tai irrallaan aiheesta. Muu -luokkaan luokiteltujen vastausten (3) antajat eivät joko olleet nähneet kurssilla esitettyjä demonstraatioita tai eivät olleet ymmärtäneet, mitä demonstraatioilla tarkoitetaan.

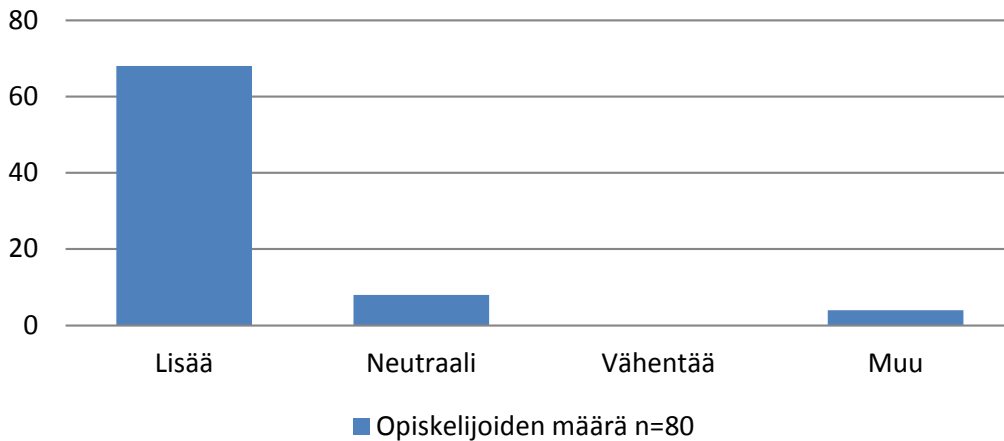
Miten demonstraatiot vaikuttivat motivaatioon?



Kuva 9: Demonstraatioiden vaikutus motivaatioon KEMP115 -kurssilla

Yleisesti demonstraatioiden vaikutusta motivaatioon selvitettiin avoimella kysymyksellä: "Yleisesti, miten demonstraatioiden käyttö vaikuttaa motivaatioon?". Tähän kysymykseen kaikki (80) kyselyyn vastanneet antoivat kommentin. Vastaukset luokiteltiin samoihin neljään luokkaan kuin edellä KEMP115 -kurssin vastauksissa.

Miten demonstraatiot vaikuttavat yleisesti opiskelumotivaatioon?



Kuva 10: Demonstraatioiden vaikutus motivaatioon yleisesti

Kuten kuvasta 10 nähdään, niin huomioitavaa ensinnäkin on, että negatiivisia kommentteja ei ollut yhtäkään, ja valtaosa (68) vastauksista oli positiivisia kommentteja. Neutraaleja kommentteja oli kahdeksan ja muu -luokkaan luokiteltuja neljä. Neutraaleista kommenteista huomioitavaa on, että monissa tähän luokkaan sijoitetuissa vastauksissa vastaaja ei omalla kohdallaan kokenut demonstraatioista saavansa huomattavammin hyötyä eikä haittaa, mutta toteavat niiden olevan joillekin hyödyllisiä. Toinen toistuva teema tässä luokassa oli maininta siitä, että demonstraatiot ovat motivoivia vain, jos ne ovat mielenkiintoisia.

Muu -luokassa olevista vastauksista kaksi ei vastannut kysymykseen ja yksi oli tyhjää vastaava. Viimeinen muu -luokan vastaus, "Pakottaa opiskeluun", voitaisiin tulkita lisäävän motivaatiota, mutta tutkimuksissa pakottaminen on luokiteltu negatiiviseksi motivoinniksi (esim.⁴⁸) ja se ei välttämättä ole

kovin kantava motivoinnin muoto.

8.2 Onko demonstraatioilla työelämäyhteyksiä?

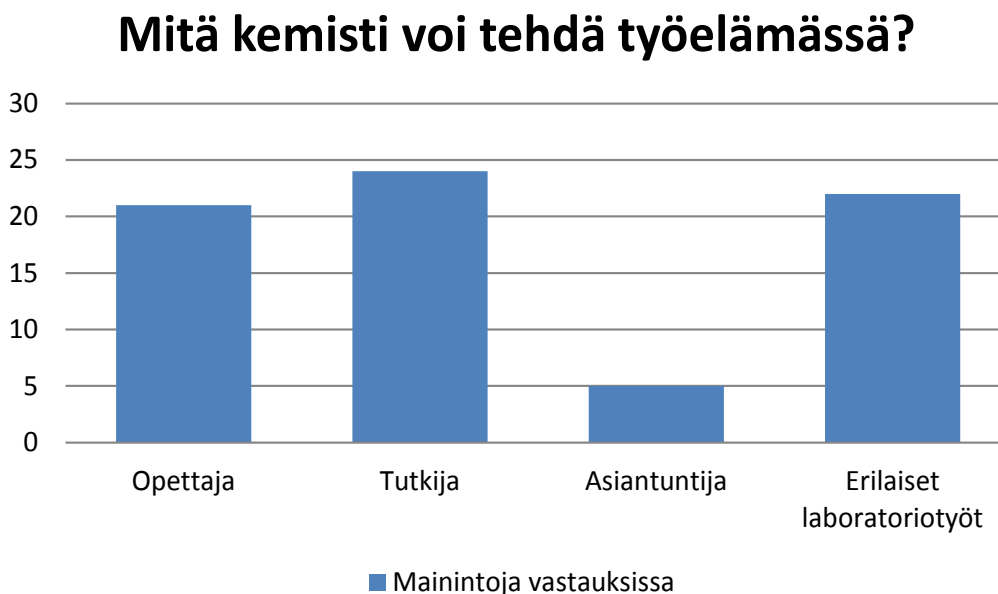
Demonstraatioiden ja työelämän välisiä yhteyksiä kyselyssä selvitettiin kolmen kysymyksen avulla. Ensimmäisessä selvitettiin vastaajien taustatietoja kemistien työelämävaihtoehtoista ennen kurssia ja toisessa kysymyksessä miten edellisen kysymyksen vastaus on muuttunut kurssin/kuluneen syksyn aikana (varsinkin ensimmäisen vuoden opiskelijoilla on ollut syksyn aikana muitakin opintoja, jotka ovat voineet vahvistaa heidän työelämäkäsitteisiään).

Varsinainen työelämäyhteyksiä luotaava kysymys oli kaksiosainen, jossa ensimmäisessä osassa asteikoltaan 1-5 olevaan kysymykseen vastattiin, kuinka paljon demonstraatioilla on työelämäyhteyksiä. Vastausta 1 kuvasi "ei juurikaan" ja vastausta 5 "paljon". Kysymyksen toisessa osassa vastaajat saivat perustella sanallisesti edellistä vastausta.

Tietoisuus kemistien työelämästä ennen KEMP115 -kurssia

Vastauksissa mainittiin erilaisia kemistien työllistymiskohteita kuvan 11 mukaan (yhdessä vastauksesta saattoi olla useita eri kohteita). Työllistymiskohdet luokiteltiin neljään luokkaan: opettaja, tutkija, asiantuntija ja erilaiset laboratoriotyöt. Opettaja ja tutkija luokkiin vastaukset menivät selkeästi näiden mainitsemisesta. Asiantuntija -luokkaan luokiteltiin vastauksia, joissa teollisuuden tai muun yksityisen sektorin työ spesifioitiin asiantuntijatyöksi. Viimeiseen luokkaan laitettiin kaikki maininnat erilaisista laboratoriotöistä

teollisuudessa, mutta ei sisällä mainintaa asiantuntijatehtävistä. Useimmat tähän luokkaan menneistä vastauksista sisältävät mainintoja käytännön laboratorio työstä.



Kuva 11: Vastauksissa mainittuja kemistien työllistymiskohteita

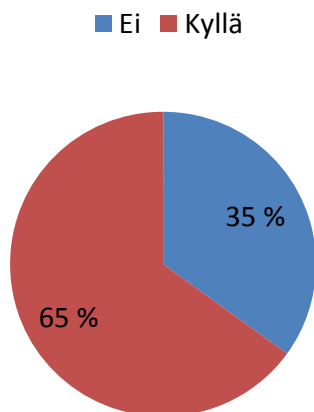
Kuvasta 11 huomataan, että kolmeen luokista tuli tasaisesti mainintoja. Opettaja mainittiin 21 kertaa, tutkija 24 ja erilaiset laboratorio työt 22. Edellisiin luokkiin sopimaton asiantuntija mainittiin 5 kertaa. Tästä voidaan päätellä opettajan ja tutkijan yliopistossa tai muussa tutkimuslaitoksessa olevan tunnetuimmat kemistin ammattinimikkeet. Luokan erilaiset laboratorio työt vastaukset usein sisälsivät vain yleisen maininnan laboratorioissa työskentelestä, jolloin voidaan olettaa ettei kemistin rooli laboratorioissa ole selvä. Myös huomioitavaa on, että 35 vastauksista ei sisältänyt minkäänlaista mainintaa ammattinimikkeistä ja näistä 7 olivat seuraavan vastauksen kaltaisia: "En ole ollut alan töissä enkä ole miettinyt kemistejen työllistymistä, kun se

on itselleni vain sivuaine."

Muuttuiko tietoisuus kurssin/syksyn aikana?

Kuvasta 12 nähdään, että 65 % (52 vastaajaa) opiskelijoista koki tietoisuutensa kemistin työelämästä muuttuneen jotenkin kuluneen syksyn aikana. Ei -luokan vastaukset olivat lähes poikkeuksetta esimerkiksi tämän kaltaisia: "Eivät ne ole muuttuneet". Vain kahdessa mainittiin tietojen olevan ennestään sellaisella tasolla, ettei sen takia tietoisuus ole parantunut.

Muuttuiko käsityksesi kemistin työelämästä kurssin/syksyn aikana?



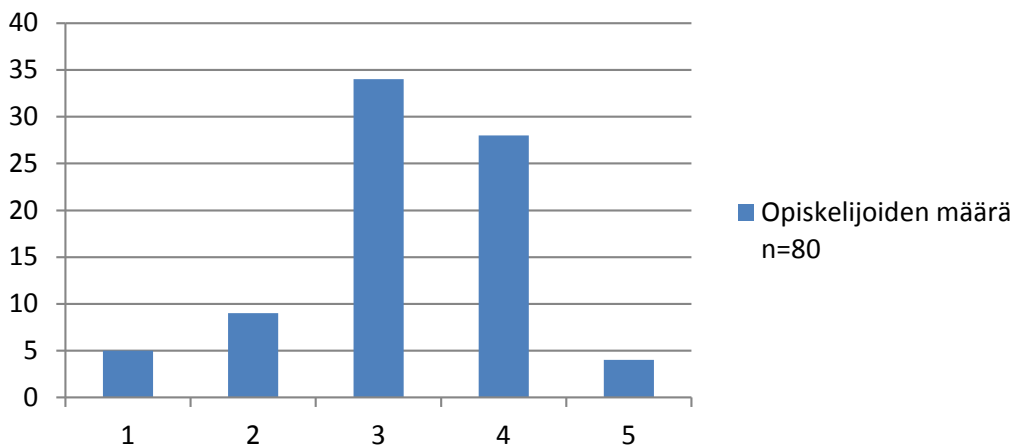
Kuva 12: Kemian työelämäkäsityksen muutos kurssin/syksyn aikana

Demonstraatiot ja työelämäyhteydet

Demonstraatioilla ja työelämällä koettiin olevan yhteyksiä kuvan 13 mukaisesti. Siitä nähdään, että luokkia 3 ja 4 vastattiin eniten, luokan 3 ollessa moodi. Vastausten keskiarvo oli 3,213 (keskihajonta 0,937 ja keskihajonnan

keskivirhe 0,105). Numeraalisesti demonstraatioiden koettiin tukevan jonkin verran työelämäkäsityksen muodostumista.

Onko demonstraatioilla ja työelämällä yhteyksiä

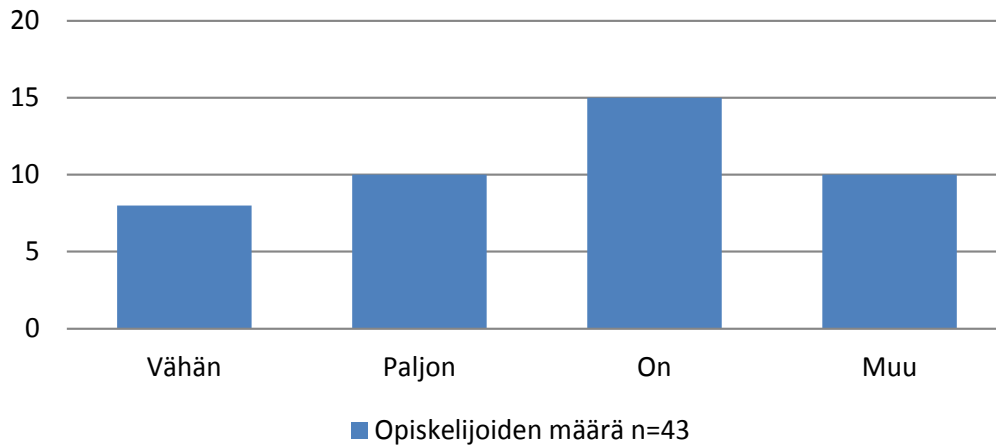


Kuva 13: Demonstraatioiden ja työelämäyhteyksien määrä

Kirjallisia perusteluja edellisille numeraalisille arvioille annettiin 43 kappaletta. Saadut vastaukset luokiteltiin neljään luokkaan: "vähän", "paljon", "on" ja "muu". Luokkiin "vähän" ja "paljon" luokiteltiin vastauksia, jotka sisälsivät sekä maininnan työelämäyhteyksistä, että niiden määrästä. Tyypillinen vastaus "vähän" -luokassa oli sellainen, jossa todettiin joillekin aloille olevan yhteyksiä ja joillekin ei. "Paljon" -luokassa taas tyypillinen vastaus sisälsi useamman työelämäkohteen tai maininnan siitä, että parantaa käsitystä työelämästä kokonaisvaltaisesti. "On" -luokka sisälsi vain maininnan työelämäyhteyksien olemassa olostä, mutta niitä ei spesifioitu erityisemmin tai sitä ei osattu tehdä kuten seuraavassa vastauksessa: "On varmasti jonkinlaista mutten vielä osaa keksiä että mitä". "Muu" -luokka sisälsi kaiken muun: ei

ymmärretty kysymystä, työelämäyhteyksiä ei ole, ei tiedetty.

Paljonko demonstraatioilla on työelämäyhteyksiä?



Kuva 14: Kirjallisten perustelujen mukaiset työelämäyhteydet

Kuvasta 14 huomataan, että eniten vastauksia (15 kpl) tuli luokkaan "on" ja luokkiin "paljon" ja "muu" tuli yhtä monta vastausta (10 kpl). "Vähän"-luokkaan tuli kahdeksan vastausta. Huomataan, että tämä tulos osaltaan tukee numeraalista tulosta, jonka mukaan demonstraatioilla oli jonkin verran työelämäyhteyksiä. Sanallisen perustelun antaneista suurin osa kokee demonstraatioilla olevan jonkinlaisia työelämäyhteyksiä, mutta niitä ei aina osata kertoa tai mielletään vain yhteen alaan. Huomioitavaa tässä on se, että sanallisissa vastauksissa ei mainittu juurikaan ammatteja, joihin demonstraatiot voisivat luoda työelämäyhteyksiä. Ainoastaan opettajan työ mainittiin kuudessa eri vastauksessa.

Luku 9

Johtopäätöksiä

9.1 Haastattelut

Haastatteluiden avulla selvitettiin millaisia demonstraatioita Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen peruskursseilla käytetään. Itse demonstraatio -käsite haastatteluiden perusteella on tuttu ja haastatelluilla on melko yhtenäinen käsitys demonstraatio-opetuksesta. Peruskursseilla esitettävät demonstraatiot ovat opettajajohtoisia ja usein dokumenttikamera-avusteisia tai videoita.

Demonstraatioihin suhtautuminen sekä yleisesti kemian laitoksella, että haastatelluilla henkilöillä on positiivinen. Ilmapiiri opetuksen uudistamiseen esimerkiksi demonstraatioita hyödyntämällä on myönteinen ja uudistamiseen kannustetaan ainakin henkisellä tasolla. Materiaalisella ja resurssitasolla osa haastatelluista toivoo enemmän tukea.

Sekä demonstraatioiden toteuttamiseen että niiden käyttöön kursseilla liittyy useita haasteita. Osaan näistä on käytännössä hyvin vaikea vaikuttaa,

kuten käytössä olevat tilat. Käytännössä kaikki haastatellut mainitsivat jossain muodossa ajan asettamat haasteet. Jos aikaa olisi käytettäväksi, niin suurin osa lopuista haasteita olisi ratkaistavissa, esimerkiksi demonstraatioiden suunnitteleminen ja valmisteleminen. Myös demonstraatioiden toteuttamiseen tarvittavat väline- ja materiaalikysymykset voisivat ratketa hyvällä suunnittelulla ja soveltamisella.

Haastateltujen mielipiteet olivat kautta linjan hyvin samansuuntaisia ja samat asiat nousivat esille. Tilanne ei kuitenkaan ole ihan näin suoraviivainen kautta laitoksen, saatika koko yliopiston. Haastateltujen otos oli melko suppea (n=6), mutta toisaalta tämä joukko kuvasi melko kattavasti niitä opetushenkilökunnan jäseniä, jotka ovat paljon tekemissä ensimmäisten kurssien opiskelijoiden kanssa.

Päällekkäisen työn tekemisen karsimiseksi näiden haastattelujen perusteella jatkotutkimuksen luonnollinen kohde olisi suunnitella ja valmistella opetushenkilöstölle tietokanta mahdollisesti toteutettavissa olevista demonstraatioista. Tietokannan pitäisi toimia myös alustana, johon opettaja voi jakaa omat demonstraationsa myöhempään käyttöön. Usein yksittäisellä kurssilla tehdyt asiat siirtyvät "perimätietona" seuraavalle luennoitsijalle, joka lisää niihin omia tapojaan tai tyylejään. Tietokannalla myös vähennettäisiin demonstraatioiden valmisteluihin käytettävää aikaa, jolloin voidaan paneutua toteutukseen. Tämä taas tukee oppimista, kun opettaja toteutuksen sijasta voi keskittyä opettamiseen.

9.2 Kyselylomake

Kyselylomakkeen avulla selvitettiin motivoivatko demonstraatiot opiskelemaan. Kyselylomakkeeseen vastasi 80 opiskelijaa 151:stä kurssille ilmoittautuneesta. Tätä voidaan pitää hyvänä otoksena, sillä yli puolet kurssille ilmoittautuneista on vastannut ja lisäksi kaikki kurssille ilmoittautuneet eivät tosiasiassa osallistu kurssille.

Kyselyn tulokset olivat sekä KEMP115 -kurssilla että yleisesti selkeät. 80:stä saadusta vastauksesta suurin osa (68) koki yleisesti demonstraatioiden lisäävän motivaatiota opiskeluun. KEMP115 -kurssilla nähdyt demonstraatiot nostivat keskimäärin motivaatiota opiskeluun, mutta motivaation lisääntyminen ei ollut yhtä selkeää kuin yleisessä tilanteessa. Tämä johtunee siitä, että kurssilla esitetyt demonstraatiot olivat melko yksinkertaisia. Moneen yleisen tilanteen avoimeen perusteluun sisältyi nimittäin ehto: demonstraatio on motivoiva, jos se on mielenkiintoinen ja onnistuu.

Ennen KEMP115 -kurssia opiskelijoilla oli melko yleisen tason ja kohdentamaton näkemys kemistin työelämästä. Vastaavanlaisia tuloksia yliopisto-opiskelijoiden uranäkymistä on saatu muissakin tutkimuksissa. Esimerkiksi Turun yliopistossa⁴⁹ on tutkittu Turun yliopiston opiskelijoiden ammatillisen kasvun muutosta mentorointiohjelman avulla. Tähän tutkimukseen tosin osallistuivat koko yliopiston opiskelijat, eikä esim. luonnontieteilijöitä oltu eroteltu. Työnimikkeitä tai kohteita mihin kemisti valmistuu tunnettiin vähän verrattaessa esimerkiksi töihin.fi-palvelun⁵⁰ tietoihin. Palvelun mukaan kemistejä on töissä 112 eri työnimikkeellä. Palvelun antama nimikemäärä on kuitenkin hieman harhaanjohtava, koska nimikkeet on kerätty suoraan vastaajien vastauksista ja näin sinne on päätynyt samoja tehtäviä useilla eri

nimikkeillä, kuten "matemaattisten aineiden lehtori" ja "matematiikan, fyysiikan ja kemian lehtori". Vertailukelpoisempaa on eri osa-alueet joihin nämä nimikkeet on luokiteltu. Tässä tutkimuksessa vastaukset luokiteltiin neljään eri luokkaan, jotka vastaavat käytännössä työelämä.fi:n kolmea suurinta osa-alueetta: "Tutkimus tai tuotekehitys", "Opetus ja kasvatus" ja "Suunnittelu-kehitys- ja hallintotehtävät". Näiden lisäksi palvelussa on työnimikkeitä kudessa eri osa-alueessa, joihin luokiteltavia vastauksia ei kyselyssä saatu.

Kyselyssä 65 % vastaajista koki, että heidän käsityksensä tulevasta työelämästään parani syksyn aikana. Kun verrataan tätä kurssille osallistuneiden vuosikurssiin, voidaan yhdistää kyllä -vastaajat suurimmaksi osaksi olevan ensimmäisen vuoden opiskelijoita. Loput ovat suurelta osin vanhempia opiskelijoita, joille jo on muodostunut parempi käsitys työelämästä. Työelämäkäsitys on kuitenkin parantunut monen eri tekijän takia syksyn aikana. Ensimmäisen vuoden opiskelijoilla on muitakin peruskursseja ja kemian laitoksen uusille opiskelijoille järjestettävä Alkukeitos-intensiivikurssi sisältää mm. työelämäpäivän⁵¹. Demonstraatioilla kuitenkin todettiin olevan jonkin verran työelämäyhteyksiä. Erityisesti mainittiin opettajat, jotka voivat hyödyntää nähtyjä demonstraatioita suoraan työssään.

Demonstraatioilla on paikkansa yliopisto-opetuksessa. Demonstraatiot ovat yksi keino tuoda opetukseen monipuolisuutta ja vaihtelevien opetusmenetelmien käyttöä. Haastattelujen tuloksien pohdinnassa esitetty ajatus yhteisestä demonstraatiotietokannasta olisi nimenomaan lisä tukemaan opettajan työtä esimerkiksi opiskelijoiden motivointiin.

Kirjallisuutta

- [1] J. Lampiselkä, *Demonstraatio lukion kemian opetuksessa*, Jyväskylän yliopisto, 2003.
- [2] L.W. Trowbridge, R.W. Bybee, J. Carlson Powell, *Teaching Secondary School Science Strategies for Developing Scientific Literacy* 7. painos Pearson Education, 2000, ss.215 -231.
- [3] L. Kyyrönen, *Demonstraatio ja sokraattisen dialogin yhdistäminen lukion kemian opetuksessa*, Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos, 1999, s.47 -55.
- [4] R. Wolfe, Not Just Another Magic Show *Journal of Chemical Education* **1990** 67 (12) 1008.
- [5] P. D. Voegel, K A Quashnock, K M Heil, The Student -to -Student Chemistry Initiative: Training High School Students To Perform Chemistry Demonstration Programs for Elementary School Students *Journal of Chemical Education* **2004** 81(5) 681 -684.
- [6] D.O. Tanis, Why I Do Demonstrations *Journal of Chemical Education* **1984** 61(11) 1010.

- [7] R. M. Felder, Learning and Teaching Styles in Engineering Education *Journal of Engineering Education* **1988** 78(7) 674-681.
- [8] Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf, Opetushallitus (25.7.2016)
- [9] Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015 http://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf, Opetushallitus (25.7.2016)
- [10] KEMP112 Kemian perusteet 2 <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=166976>, Jyväskylän yliopisto (5.7.2016)
- [11] J. Ahokas, KEMP112 Kemian perusteet 2 verkkomateriaali, Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto (4.7.2016)
- [12] M. J. Sanger, A. J. Phelps, J. Fienhold, Using a Computer Animation to Improve Students' Conceptual Understanding of a Can -Crushing Demonstration *Journal of Chemical Education* **2000** 77(11) 1517 -1520.
- [13] A. J. Williams, H. E. Pence Smart Phones, a Powerful Tool in the Chemistry Classroom *Journal of Chemical Education* **2011** 88(6) 683 -686.
- [14] Väestön tieto - ja viestintätekniikan käyttö http://www.stat.fi/til/sutivi/2015/sutivi_2015_

- [2015-11-26_tau_011_fi.html](#), Suomen virallinen tilasto (7.7.2016)
- [15] M. M. Singh, Z. Szafran, R. M. Pike, Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies *Journal of Chemical Education* **1999** 76(12) 1684 -1686.
- [16] A. P. Zipp, Introduction to The Microscale Laboratory *Journal of Chemical Education* **1989** 66(11) 956 -957.
- [17] M. M. F. Choi, Microscale Chemistry in a Plastic Petri Dish: Preparation and Chemical Properties of Chlorine Gas *Journal of Chemical Education* **2002** 79(8) 992 -993.
- [18] B. Mattson, Microscale Demonstration of the Paramagnetism of Liquid Oxygen with a Neodymium Magnet *Journal of Chemical Education* **2007** 84(8) 1296 -1298.
- [19] D. H. Schunk, *Learning Theories An Educational Perspective* 6. painos Pearson Education, 2012, ss.71 -277.
- [20] J. von Wright, *Oppimiskäsitysten historiaa ja pedagogisia seurauksia*, Opetushallitus : Painatuskeskus, Helsinki. 1993.
- [21] A.C. Howe, H.S. Stubbs, Empowering Science Teachers: A Model for Professional Development *Journal of Science Teacher Education* **1996** 8(3) 167 -182.
- [22] M. Baddock, R. Bucat, Effectiveness of a Classroom Chemistry Demonstration using the Cognitive Conflict Strategy *International Journal of Science Education* **2008** 30(8) 1115 -1128.

- [23] J.D. Bransford, A.L. Brown, R.R. Cocking, *How people learn: brain, mind, experience, and school (expanded edition)*, National academy press, 2000, s.31 -50.
- [24] A. H. Johnstone, Teaching of Chemistry-Logical or Psychological *Chemistry Education: Research and Practice* **2000** 1(1) 9-15.
- [25] D. Gabel, Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future *Journal of Chemical Education* **1999** 76(4) 548-554.
- [26] P. Mahaffy, The Future Shape of Chemistry Education *Chemistry Education: Research and Practice* **2004** 5(3) 229-245.
- [27] R. Watson, T. Prieto, J.S. Dillon, The Effect of Practical Work on Students' Understandings of Combustion *Journal of Research in Science Teaching* **1995** 32(5) 487 -502.
- [28] J. Lundell, luentomateriaalia, *Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto (25.8.2016)*
- [29] P. Pihko, J. Siitonen, palaute kurssilta KEMA283 *Orgaaninen kemia 2, Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto (8.7.2016)*
- [30] Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907&from=FI>, Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto (7.7.2016)
- [31] Kemikaalilainsäädäntö ja sen valvonta Suomessa <http://kemikaalineuvottelukunta.fi/>

- documents/1260877/1567916/kenk_esitteita_9_2013_kemikaalilainsaadanto_verkko.pdf/ed5ddd1b-ad25-49a4-9fe7-3b220ad50897,
Kemikaalineuvottelukunnan julkaisuja 9 (7.7.2016)
- [32] M. Makkonen, M. Aksela, *Kemiaa keittiössä* Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, 2016
- [33] D. K. Mandt, Teaching the Teachers Lab Safety *Journal of Chemical Education* **1993** 70(1) 59 -61.
- [34] KEMA239 Orgaanisen kemian työt <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=203898>, Jyväskylän yliopisto (29.8.2016)
- [35] C.W. Bowen, J.A. Phelps, Demonstration -Based Cooperative Testing in General Chemistry: A Broader Assessment - of -Learning Technique *Journal of Chemical Education* **1997** 74(6) 715 -719.
- [36] W. C. Deese, L. L. Ramsey, J. Walczyk, D. Eddy, Using Demonstration Assessments to Improve Learning *Journal of Chemical Education* **2000** 77(11) 1511 -1516.
- [37] J. Yli -Sissala, *Demonstraatiot oppimisen tukena orgaanisen kemian yliopisto -opetuksessa*, Tampereen teknillinen yliopisto, 2010.
- [38] P. Pihko, J. Siitonen, *KEMA283 Orgaaninen kemia 2 luentomateriaalia*, Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto (30.06.2016)

- [39] KEMA283 Orgaaninen kemia 2 <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=186638>, Jyväskylän yliopisto (9.8.2016)
- [40] P. Valto, J. Lundell, Opintojen alkuvaiheen hops-työskentelyn merkitys opintojen sitoutumisessa *Yliopistopedagogiikka* **2015** *22(1)* 27-31.
- [41] Radikaalin palautekooste opetuksesta <http://groups.jyu.fi/radikaali/arkisto/palaute15.pdf>, Jyväskylän yliopiston kemistit ry (12.8.2016)
- [42] KEMP115 Kemian perusteet 5 (Kemia elinympäristössä) <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=186636>, Jyväskylän yliopisto (11.8.2016)
- [43] KEMP111 Kemian perusteet 1 (Yleinen kemia) <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=183025>, Jyväskylän yliopisto (11.8.2016)
- [44] KEMA200 Johdatus laboratoriotöihin <https://korppi.jyu.fi/kotka/course/student/generalCourseInfo.jsp?course=186635>, Jyväskylän yliopisto (11.8.2016)
- [45] eEducation -hanke <https://www.jyu.fi/hankkeet/eeducation/mita>, Jyväskylän yliopisto (30.06.2016)
- [46] *J. Välisaari, suullinen tiedonanto, Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto 16.09.2015*

- [47] Opinto -opas <https://www.jyu.fi/science/opiskelu-ohjeet/kemia/opintojen-ajoitus-kemia>, Jyväskylän yliopisto, Matemaattis -luonnontieteellinen tiedekunta (4.7.2016)
- [48] A. Melinic, N. Botez, Academic Learning Motivation *Economy Transdisciplinarity Cognition Journal* **2014** 17(2) 56 -62.
- [49] Korkeakouluopiskelijoiden kokemuksia mentorointiohjelmaan osallistumisesta–Ammatillisen kasvun näkökulma http://www.academia.edu/15800152/Kandidaatinty%C3%B6_Korkeakouluopiskelijoiden_kokemuksia_mentorointiohjelmaan_osallistumisesta_Ammatillisen_kasvun_n%C3%A4k%C3%B6kulma, Turun yliopisto, M. Toivola (6.7.2016)
- [50] Kemia: mihin valmistuneet ovat sijoittuneet? <http://www.toissa.fi/sijoittuminen-tyoelamaan/show/kemia?stories=5>, Helsingin yliopiston koulutus- ja kehittämisspalvelut (18.8.2016)
- [51] R. Valtonen, *Alkukeitos -kurssi ja opintojen aloitus Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella vuonna 2007* Jyväskylän yliopisto, 2008

Haastattelulomake: Demonstraatioiden käyttö opetuksessa

Haastateltava:

Päivänmäärä:

1. Mikä on demonstraatio?
2. Oletko käyttänyt demonstraatioita opetuksessasi? Millaisia ja missä/Miksi ei?
3. Mitä hyötyä/haittaa demonstraatioiden käytöstä on?
4. Miksi demonstraatioita käytetään? Mikä niiden opetustarkoitus on?
5. Miten demonstraatiot vaikuttavat oppimiseen?
6. Kannustetaanko tai tuetaanko sinua demonstraatioiden käyttöön?

Motivaatio ja työelämäyhteydet - Miten demonstraatiot vaikuttavat?

Tällä tutkimuksella kerään materiaali Pro Gradu-tutkielmaani varten. Tutkielma käsittelee demonstraatioiden käyttöä yliopisto-opetuksessa. Tässä osuudessa kerätään KEMP115-kurssin opiskelijoiden kokemuksia demonstraatioiden käytöstä ja havaintoja siitä, miten ne ovat vaikuttaneet tai vaikuttavat opiskelumotivaatioon. Toisena tavoitteena on selvittää, lisäävätkö demonstraatiot työelämäyhteyksiä.

Tutkimuksen vastauksia ei henkilöidä, vaan tulokset käsitellään anonymisti. Tiedot ovat täysin luottamuksellisia, eikä niitä jaeta kolmansille osapuolille.

Jos vastatessa tai sen jälkeen tulee jotain kysyttävää tai muita huomioita, voi olla yhteydessä allekirjoittaneeseen.

-Toni Lamminaho-
toni.p.lamminaho@student.jyu.fi

Taustatiedot

Pääaine

- Kemia
- Biologia
- Fysiikka
- Matematiikka
- Muu:

Opintovuosi: Monettako vuotta opiskelet yliopistolla?

- 1.
- 2.
- 3.
- > 3.
- En opiskele yliopistossa.

Oletko nähnyt demonstraatioita käytettävänä aiemmissa opinnoissasi? Opinnoissa = yliopistossa, lukiossa, peruskoulussa tms.

- Kyllä
- Ei

Jos vastasit kyllä, niin kerro millaisia demonstraatioita?

Motivaatio

Mitä mieltä olet KEMP115-kurssilla esitetystä demonstraatioista?

1 2 3 4 5

Tyisiä Erittäin kiinnostavia

Tähän kohtaan voit perustella edellistä vastausta. Mieti varsinkin miten demonstraatiot vaikuttivat motivaatioosi suorittaa kurssia.

Yleisesti miten demonstraatioiden käyttö vaikuttaa motivaatioon? Mieti miten demonstraatio-opetus vaikuttaa kyseisen kurssin suorittamiseen ja yleensä kemian opintojen jatkamiseen.

Työelämä

Ennen tätä kurssia/syksyä millainen käsitys sinulla on ollut kemistin työelämästä? Voit kertoa esim. mihin kemisti voi työllistyä, oletko ollut mahdollisesti alan töissä, millaiset työllistymisnäkymät kemistillä on jne.

Entäs tämän kurssin/syksyn aikana miten ajatuksesi edellisestä kysymyksestä ovat muuttuneet?

Onko demonstraatioilla ja työelämällä yhteyksiä?

1 2 3 4 5

Ei juurikaan Paljon

Perustele edellistä vastausta. Voit kertoa millaisia yhteyksiä tai jos mielestäsi ei ole, niin miksi ei?