Rikospaikkatutkimus kokeellisen kemian opetuksen kontekstina

Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

13.12.2017

Asmo Roponen

Tiivistelmä

Tämän tutkielman kirjallisuusosassa tarkasteltiin kemiaa luonnontieteenä, oppilaiden suhtautumista kemian opiskeluun ja suhtautumisen vaikutusta osaamiseen. Lisäksi selvitettiin kontekstisidonnaisen opetuksen mahdollisuuksia, etenkin rikospaikkatutkimuksen kontekstin pohjalta. Kirjallisuusosan tarkoituksena oli myös selvittää, mitä rikospaikkatutkimuksen konteksti tarjoaa kemian opetukseen.

Kirjallisuusosasta selvisi, miten kemia luonnontieteenä kehittää oppilaiden ajattelu- ja tiedelukutaitoa. Oppilaat suhtautuvat kemian opiskeluun varauksella ja tällä asennoitumisella on korrelaatiota osaamisen kanssa. Kontekstisidonnaisen opetuksen pyrkimyksenä on tehdä opetettavasta asiasta oppilaille merkityksellistä. Kemian osalta rikospaikkatutkimuksen konteksti onnistuu tässä hyvin, sillä se koetaan kiinnostavana ja sillä on vahva yhteys kemiaan.

Tutkimuksen kokeellisessa osassa tarkasteltiin Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen opettajankoulutuksen rikospaikkatutkimuksen kontekstilla järjestämiä oppilasvierailuja. Tarkoituksena oli erilaisten tutkimusmenetelmien avulla selvittää, miten eri osapuolet kokivat kyseiset vierailut.

Kokeellisesta osasta saatujen tulosten perusteella kaikki osapuolet kokivat oppilasvierailut onnistuneiksi ja rikospaikkatutkimuksen kontekstin toimivaksi.

Esipuhe

Tämä Pro gradu –tutkielma laadittiin vuoden 2017 aikana Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen opettajankoulutuksessa. Kokeellisen osan aineisto kerättiin vuoden ensimmäisellä neljänneksellä ja kirjallisuutta hankittiin tutkielman edetessä pääasiallisesti Google Scholar –palvelun avulla. Työ valmistui joulukuussa 2017 ja sen ohjaajana toimi FT, KM Jouni Välisaari.

Tutkielman aiheen sain kemian laitoksen johtajalta, professori Jan Lundellilta, joka katsoi sen sopivan jatkoksi aiemmin ohjaamaansa aktivoivaa kemian opetusta käsittelevälle tutkimukselleni. Suuret kiitokset hänelle mielenkiintoisesta tutkimusaiheesta sekä ohjaajalleni, jonka opastuksella aihe tarkentui lopulliseen muotoonsa ja jonka kärsivällisyys ja erinomainen opastus kantoivat vaikeidenkin aikojen ylitse.

Lisäksi kiitän kaikkia tämän tutkielman valmistumista edesauttaneita henkilöitä, kuten perhettäni ja ystäviäni, jotka osasivat olla paikalla ja poissa oikeina aikoina. Erityiskiitokset nimimerkeille S.R., A.R. & T. R., R. R. ja M. K.

Jyväskylässä 13.12.2017

Asmo Roponen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä i
Esipuhe ii
KIRJALLINEN OSA
1 Johdanto 1
2 Tiedeopetuksen tavoitteista 1
2.1 Luonnontieteen luonne 2
2.2 Tiedelukutaito 4
2.3 Ajattelutaidot 7
3 Kemian piirteistä 10
3.1 Mallit 11
3.2 Tiedon kolmitasomalli 11
3.3 Kokeellisuus 12
4 Oppilaiden suhtautuminen kemian opetukseen 13
4.1 Nykytilanne tutkimusten mukaan 14
4.2 Kemian opiskelun haastavuus 16
5 Suhtautumisen vaikutus osaamiseen 18
5.1 Mielenkiinto 18
5.2 Motivaatio 20
5.3 Asenne 22
5.4 Asenteiden vaikutus osaamiseen 23
6 Kontekstisidonnainen oppiminen 25
6.1 Teoriatausta 25
6.2 Keskeisiä piirteitä 26
6.3 Opettajan ja oppilaan roolit kontekstisidonnaisessa oppimisessa 28
6.4 Kontekstisidonnaisen opetuksen hyötyjä 28
6.5 Kontekstisidonnaisen opetuksen haasteita 30
6.6 Kontekstisidonnainen kemian opetus 31
7 Rikospaikkatutkinta kemian opetuksessa 32
7.1 Rikostutkinta 32
7.2 Rikospaikkatutkinnan hyödyntäminen opetuksessa 34
7.2.1 Rikospaikkatutkimus osana kemian laboratoriokurssia 37
7.2.2 Rikospaikkatutkimus tiedeleirin teemana 40

7.2.3 Rikospaikkatutkimus yliopistokurssin kontekstina 42
7.2.4 Koonti rikospaikkatutkimusta hyödyntävistä toteutustavoista 46
KOKEELLINEN OSA
8 Tutkimuksen toteutus 48
9 Tutkimuskysymykset 48
10 Tutkimusmenetelmät 49
10.1 Oppilaiden kyselytutkimus 49
10.2 Opiskelijoiden kyselytutkimus 50
10.3 Kurssin ohjaajien haastattelututkimus 50
10.4 Ryhmän opettajien haastattelututkimus 51
10.5 Havainnointitutkimus 51
11 Tutkimusaineisto 52
12 Tulokset ja tulosten analyysi 52
12.1 Oppilaiden kyselytutkimus 52
12.2 Opiskelijoiden kyselytutkimus 66
12.3 Kurssin ohjaajien haastattelututkimus 71
12.4 Ryhmän ohjaajien haastattelututkimus 76
12.5 Havainnointitutkimus 79
12.6 Yhteenveto tutkimusmenetelmistä 81
13 Johtopäätökset 82
14 Kirjallisuusluettelo 84
Liitteet 88

KIRJALLINEN OSA

1 Johdanto

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kontekstisidonnaisuuden mahdollisuuksia kemian kokeelliselle opettamiselle. Tutkimuksen kohteena ovat Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen opettajankoulutuksen alkuvuonna 2017 järjestämät rikospaikkatutkimus-teemalla toteutetut oppilasvierailut. Tarkoituksena on selvittää, mitä mahdollisuuksia rikospaikkatutkimuksen konteksti antaa kemian kokeelliseen opetukseen ja kuinka eri osapuolet sen kokevat.

PISA-tutkimusten mukaan luonnontieteiden osaamistulokset ovat laskeneet jo vuosia ja yhä harvemmat opiskelevat kemiaa valinnaisena aineena. Eräänä syynä tälle nähdään se, että oppilaiden mielenkiinto luonnontieteitä ja siten myös kemiaa kohtaan on heikentynyt. Ratkaisuksi tähän on tarjottu muun muassa kontekstisidonnaista opetusta, jolla opetuksesta pyritään tekemään oppilaille merkityksellistä ja mielekästä. Tämän vuoksi tutkimusaihe on sekä tärkeä että ajankohtainen.

Tulevana kemian opettajana olen kiinnostunut kaikista keinoista, joilla tämän haastavan oppiaineen omaksumista voidaan helpottaa. Saatuani omakohtaista kokemusta rikospaikkatutkimuksen suunnittelusta ja toteutuksesta ymmärsin, kuinka suuria mahdollisuuksia kontekstisidonnainen opetus tarjoaa. Havaintojeni mukaan oppilaat innostuivat yksinkertaisistakin töistä, kunhan ne osattiin esittää oikealla tavalla. Kun sitten tutkimukseni aiheeksi tarjoutui saman kontekstin lähempi tarkastelu, otin sen ilolla vastaan.

2 Tiedeopetuksen tavoitteista

Tieteet ulottuvat lähes kaikille elämän osa-alueille ja niillä on huomattava merkitys yhteiskuntaan. Kuitenkin vain harvoilla on selkeä käsitys siitä, miten tiede ylipäätään toimii.[1] Tämä ymmärryksen puute voi johtaa ongelmiin sellaisissa tilanteissa, joissa

maallikot käyttävät päätösvaltaa tieteitä koskevissa asioissa. Tällaisia ongelmia pyritään välttämään tiedeopetuksen keinoin.

Tiedeopetuksen pyrkimyksenä on tarjota oppilaille mahdollisuus tieteen hengen sisäistämiseen, tieteellisen ajattelutavan kehittymiseen ja tieteiden arvostukseen.[1] Tavoitteena on, että he hyödyntäisivät oppimaansa yhteiskunnassa parantaen yleisesti kulttuurista ja julkista elämää.

Tiedeopetuksen tärkeiksi tavoitteiksi katsotaan oppilaiden tiedelukutaidon (*scientific literacy*) ja korkeamman tason ajattelutaitojen kehittyminen.[2] Keskeisessä roolissa on tiedelukutaitoon sisältyvä luonnontieteen luonteen (*nature of science)* ymmärtäminen.

2.1 Luonnontieteen luonne

Luonnontieteen luonne on monialainen käsite, joka yhdistää lukuisia tieteitä, kuten yhteiskuntatieteitä ja kognitiotieteitä, selvittääkseen mitä tiede on, kuinka se toimii, kuinka tutkijat työskentelevät ja millainen on yhteiskunnan ja tieteen suhde.[1] Sen katsotaan sisältävän oleellisen ja ajantasaisen kuvauksen tieteistä.[3] Monitieteisyydestä johtuen luonnontieteen luonteelle ei ole yhtä oikeaa määritelmää, mutta sille pystytään kuitenkin antamaan yleisesti hyväksyttyjä piirteitä:[1]

- Tieteellinen tieto on luotettavaa, mutta sillä on muuttuva luonne
- Ei ole yhtä ainutta oikeaa tapaa tehdä tiedettä
- Tiede pyrkii selittämään luonnollisia ilmiöitä
- Tieteessä lait ja teoriat ovat omissa rooleissaan
- Tiedettä edistävät ihmiset kaikista eri kulttuureista
- Uusi tieto raportoidaan selkeästi ja avoimesti
- Tutkijat vaativat tarkkaa kirjanpitoa, vertaisarviointia ja toistettavuutta
- Havaintoja selitetään hyväksyttyjen teorioiden avulla

- Tutkijat ovat luovia
- Tieteen historia paljastaa tieteen kehityksen ja vaikuttavuuden
- Tiede on osana sosiaalisia ja kulttuurisia perinteitä
- Tiede ja teknologia vaikuttavat toisiinsa
- Tieteisiin vaikuttavat sosiaalinen ja historiallinen viitekehys
- Tieteellinen tieto pohjautuu vahvasti, mutta ei ainoastaan, havaintoihin, kokeellisiin tuloksiin, järkiperäisiin perusteluihin ja skeptisyyteen

Tutkimuksissa on huomattu, että oppilailla on tieteen tekemiseen liittyviä väärinkäsityksiä.[1] Monet koulun ulkopuoliset tekijät antavat väärää kuvaa tieteistä, eikä kouluissakaan luonnontieteen luonteen opettaminen vaikuta olevan keskeisessä roolissa. Tämä saattaa johtua siitä, ettei myöskään opettajilla ole selkeää kuvaa luonnontieteen luonteesta. Luonnontieteen luonteen opettamisen välttämättömyyttä perustellaankin sekä oppilaiden että opettajien väärinkäsitysten välttämisellä.

Kirjallisuudesta löytyy useita argumentteja luonnontieteen luonteen opettamisen puolesta. Nämä argumentit voidaan jakaa viiteen eri kategoriaan[4]:

Ekonomisuus: *Yhteiskunnan kannalta on tärkeää, että teollisuuden ylläpitoon ja kehittämiseen löytyy riittävästi osaajia*.

Hyödyllisyys: *Jokaisen täytyy ymmärtää jonkin verran tieteitä pärjätäkseen jokapäiväisen teknologian ja prosessien kanssa.*

Demokraattisuus: *Demokraattisessa yhteiskunnassa on tavoiteltavaa, että mahdollisimman moni pystyy osallistumaan päätöksentekoon. Monet tärkeät aiheet liittyvät tieteeseen ja teknologiaan; jokaisen pitäisi ymmärtää jonkin verran näitä pystyäkseen osallistumaan näitä koskeviin keskusteluihin.*

Kulttuurisuus: *Tiede on suuri kulttuurinen saavutus. Kaikkien pitäisi kyetä arvostamaan sitä.*

Moraalisuus: *Tieteen harjoittamiseen liittyy normeja ja velvoitteita, joilla on laaja moraalinen arvo myös tieteen ulkopuolella*.

Tutkimuksissa on saatu näyttöä luonnontieteen luonteen ymmärtämisen hyödyistä tiedeopetuksessa.[1] Kahdeksasluokkalaisille tehdyn tutkimuksen mukaan oppilaat, joilla oli luonnontieteen luonteen mukainen dynaaminen kuva tieteistä, saivat termodynamiikasta selkeämmän kokonaiskuvan kuin oppilaat, jotka pitivät tieteitä staattisena, eli joiden mukaan tiede olisi pääasiassa lukuisten faktojen ulkoa opettelua. Luonnontieteen luonteen ymmärtämisen ajateltiin siten parantavan oppimista.

Pääaineenaan muuta kuin luonnontiedettä lukeville yliopisto-opiskelijoille tehtyjen kyselyiden perusteella saatiin tulos, jossa luonnontieteen luonteen ymmärtämisen katsottiin inhimillistävän tiedeaineita.[1] Tämä näkyi niitä kohtaan kasvavana mielenkiintona. Luonnontieteen luonteen ymmärtämisen on myös katsottu parantavan päätöksentekokykyä, sillä se ehkäisee väärinkäsityksiä esimerkiksi tieteen ja teknologian suhteen tuoden samalla selkeästi esiin perustason tutkimusten tärkeyden. Opettajien luonnontieteen luonteen osaamisella on katsottu olevan opettamista parantava vaikutus. Kun opettaja ymmärtää oman oppiaineensa historiallisen kehityksen, hänen on helpompi puuttua oppilaiden väärinkäsityksiin ja oppimisvaikeuksiin.

Luonnontieteen luonteen ymmärtäminen, tärkeänä osana tiedelukutaitoa[3], onkin noussut keskeiseksi opetustavoitteeksi ympäri maailmaa.[5] Tämä tavoite esiintyy myös nykyisessä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa, missä esimerkiksi kemian osalta mainitaan seuraavaa:

> ”*Kemian opetuksen tehtävänä on tukea oppilaiden luonnontieteellisen ajattelun sekä maailmankuvan kehittymistä.*”[6]

2.2 Tiedelukutaito

Tiedelukutaito on ollut jo pitkään keskeisenä tiedeopetuksen tavoitteena, vaikka sen määritelmä onkin muuttunut vuosien saatossa.[7] Esimerkiksi 1960-luvulla sen ajateltiin kattavan tiedot tieteen peruskäsitteistä, tutkijoita koskevasta etiikasta, tieteen ja

yhteiskunnan vuorovaikutuksesta sekä tieteen ja teknologian eroavaisuudesta.[3] Tuolloin tiedelukutaito nähtiin vahvasti osana tieteellisyyttä.[7] Vuonna 1991 Yhdysvaltojen kansallinen tiedeopettajien järjestö (*National Science Teachers Association, NSTA)* esitti tiede- ja teknologialukutaidon sisältävän valmiuksia seuraavista neljästä kategoriasta:

1) Älylliset valmiudet
   - Hyödyntää tieteen ja teknologian käsitteitä kuin myös eettisten arvojen pohdiskelua jokapäiväisten ongelmien ratkomiseksi ja valintojen tekemiseksi, niin työssä kuin vapaa-ajalla.
   - Etsii, kerää, analysoi ja arvioi tieteellisen ja teknologisen tiedon lähteitä ja käyttää niitä ongelmien ratkomiseen, päätösten tekemiseen ja toimimiseen.
   - Erottaa tieteellisen ja teknologisen tiedon henkilökohtaisista mielipiteistä sekä luotettavan tiedon epäluotettavasta.
   - Antaa kokeellisesti toteutuskelpoisia selityksiä luonnon ilmiöille.
   - Käyttää skeptisyyttä, huolellisia toimintatapoja, loogista päättelyä ja luovuutta tutkimuksissaan.
   - Puolustaa päätöksiään ja tekojaan käyttäen järkiperäisiä todistepohjaisia argumentteja.
   - Analysoi tieteen, teknologian ja yhteiskunnan keskinäisiä vuorovaikutuksia.
2) Asenteelliset valmiudet
   - Osoittaa uteliaisuutta luonnolliseen ja ihmisen tekemään maailmaan.
   - Arvostaa tieteellistä tutkimusta ja teknologista ongelmanratkaisua.
   - On avoin uusille todisteille ja alustavalle tutkimustiedolle.
   - Seuraa tiedettä ja teknologiaa mielenkiinnon ja mahdollisen oppimisen vuoksi.
3) Yhteiskunnalliset valmiudet
   - Ymmärtää, että tiede ja teknologia ovat ihmisten töiden tuloksia.
   - Arvioi tieteellisen ja teknologisen kehityksen hyötyjä ja haittoja.
   - Ymmärtää tieteen ja teknologian mahdollisuudet ja rajoitteet ihmiskunnan hyvinvoinnin edistämiselle.
   - Toimii vastuuntuntoisesti yksin ja yhdessä muiden kanssa arvioituaan mahdolliset seuraukset ja vaihtoehtoiset toimintatavat.

4) Poikkitieteelliset valmiudet
   - Yhdistää tieteitä ja teknologiaa muihin aiheisiin, kuten matematiikkaan, historiaan ja taiteisiin.
   - Pohtii tieteiden ja teknologian poliittisia, ekonomisia ja moraalisia puolia sekä niiden suhdetta henkilökohtaisiin ja globaaleihin ongelmiin.

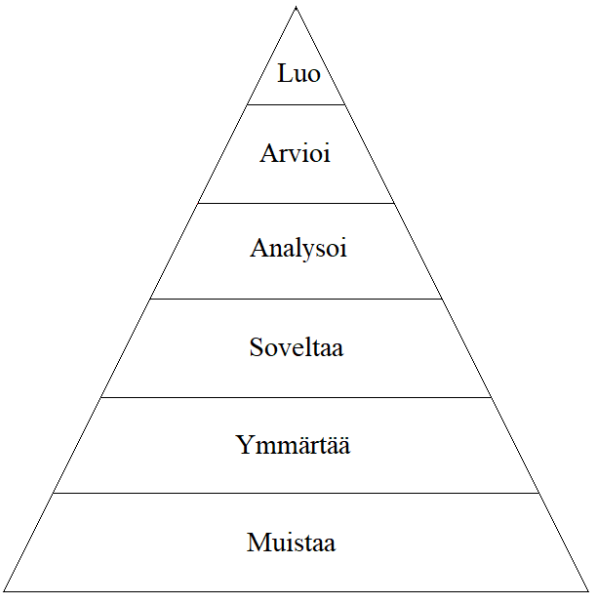
Luonnontieteen luonteen ymmärtämisen on katsottu vaikuttavan paljon tiedelukutaidon kehittymiseen ja sen on ajateltu toimivan pohjana älyllisille valmiuksille.[7, 8] Vaikka luonnontieteen luonne ja tiedelukutaito ovat läheisessä vuorovaikutuksessa keskenään, niillä on selkeä ero. Luonnontieteen luonne pohtii luonnontieteiden piirteitä, kun taas tiedelukutaito tarkastelee yksilön osaamista pääasiallisena tarkoituksenaan antaa yksilöille mahdollisuudet toimia yhteiskunnassa.[7]

Nykyään tiedelukutaidon määrityksessä painotetaan sosiotieteellisyyttä, minkä vuoksi se liitetään usein globaaleihin ekologisiin, sosiaalisiin ja taloudellisiin ongelmiin, kuten ilmastonmuutokseen.[3] Monitulkintaisuudesta huolimatta tiedelukutaidon käsitettä käytetään, koska sillä voidaan koota yhteen koulun tiedeopetuksen tavoitteet.[7] Yksi näistä on, että oppilaat kykenevät tekemään päätöksiä poikkitieteellisten aiheiden suhteen.[2] Tämän tarkoituksena on näyttää oppilaille tieteellisen ajattelutavan monipuolisuus ja vahvistaa heidän käsitystään tieteen ymmärrettävyydestä sekä siitä, ettei tieteessä ole tiukkoja oppiainekohtaisia rajoja. Näin ollen tarve yhtenäistää eri luonnontieteiden käsitteistöä ja toimintatapoja on olemassa.

Tiedelukutaidon tarpeellisuutta voidaan perustella myös tieteellisen tiedon hyödyllisyydellä arkielämässä, yleishyödyllisten ongelmanratkaisutaitojen avulla, kasvaneella autonomialla tieteisiin liittyvissä asioissa, kuluttajien valinnoilla, demokraattisella osallistumisella tiedepolitiikkaan, tieteilijöiden, poliitikkojen ja kansalaisten eettisellä vastuulla sekä kestävän kehityksen kannatuksella.[3] Tieteellistä tekstiä tulee jatkuvasti esille erilaisista lähteistä, jolloin sen kriittinen lukeminen, tulkinta ja analysointi nousevat tärkeään asemaan. Tieteet myös kehittyvät koko ajan eteenpäin, jolloin on vaikeaa arvioida millainen käsitteellinen tieto on oleellista tulevaisuudessa.[5] Näin ollen opetuksessa on käsitteiden opettelun sijaan parempi keskittyä ajattelutaitojen kehittämiseen.

2.3 Ajattelutaidot

Oppilaiden ajattelutaitojen tukeminen edistää luonnontieteiden syvällistä ymmärtämistä.[9] Eräs yleisesti hyväksytty ja laajasti käytössä oleva työkalu näiden taitojen mittaamiseen on uudistettu Bloomin taksonomia, joka on esitetty kuvassa 1.[10, 11] Siinä kognitiiviset taidot jaotellaan kuuteen eri tasoon.



Kuva 1: Bloomin taksonomian mukaiset kognitiiviset tasot.

Bloomin taksonomia toimii hierarkkisesti siten, että ylempien tasojen saavuttaminen edellyttää alempien tasojen hallintaa.[11] Esimerkiksi jos oppilas osaa soveltaa käsiteltävää asiaa, hänen oletetaan myös ymmärtävän ja muistavan sen. Näin ollen Bloomin taksonomiaa voidaan hyödyntää opetuksessa oppilaiden ajattelutaitojen mittaamiseen, kun nähdään mihin tasoon oppilas on yltänyt.

Ajattelutaidot jaetaan yleisesti kahteen luokkaan: alemman tason ajattelutaidot (*low-order cognitive skills, LOCS*) ja korkeamman tason ajattelutaidot (*higher-order cognitive skills, HOCS*).[9] Tämä luokittelu perustuu siihen, mitä kognitiivisia tasoja niihin katsotaan

kuuluvaksi. Alemman tason ajattelutaidot kattavat Bloomin taksonomian kolme alinta tasoa, muistamisen, ymmärtämisen ja soveltamisen, jolloin ne vastaavat asioiden yksinkertaista tietämistä. Korkeamman tason ajattelutaitoihin sisältyy analysoiminen, arvioiminen ja luominen, jolloin ne edustavat kysymysten esittämistä, kriittistä ajattelua, päätösten tekoa, ongelmanratkaisua, arvioivaa ajattelua sekä tiedon siirtoa. Ajattelutaitojen luokittelua esitetään tarkemmin taulukossa 1.

Korkeamman tason ajattelutaitoja arvostetaan, sillä niihin kuuluvien monipuolisten valmiuksien katsotaan valmistavan tulevaisuuden haasteisiin.[10] Näin ollen etenkin opetuksessa pyritään juuri niiden kehittämiseen, jolloin opetuksessa siirrytään pois ulkoa oppimisesta kohti tiedon ja ideoiden manipulointia. Luokkahuoneessa tätä voidaan harjoittaa antamalla oppilaille mahdollisuus arvioida erilaisia lähestymistapoja, kehittää ratkaisuja ja hyödyntää ongelmanratkaisutaitoja todellisissa ongelmissa.

Kemiassa ajattelutaitoja voidaan kehittää sekä ajattelun tasolla että oikein toteutetussa käytännön työskentelyssä.[12] Korkeamman tason ajattelutaitojen tapauksessa analysointitaitoja voidaan kehittää taulukon mukaisesti tutkimusraportin laatimisella. Samoja taitoja voidaan opettaa myös käytännössä esimerkiksi pyytämällä oppilaita erottamaan sinkki- ja tinapäällysteiset säilyketölkit toisistaan. Arviointia voi taulukon mukaisesti kehittää esimerkiksi pohtimalla eri kemiallisten menetelmien hyviä ja huonoja puolia. Sama onnistuu myös käytännössä, kun oppilas vertailee kahta erilaista tekemäänsä titrausta keskenään. Luomisessa oppilas voi tuottaa taulukon mukaisesti vaikka esseen jostakin kemian ilmiöstä, ja kokeellisesti hänelle voidaan antaa tehtäväksi suunnitella ja toteuttaa koe, jolla osoitetaan hapen välttämättömyys ruostumiselle.

Luokittelu korkeampaan ja matalampaan ajattelutaitoon ei ole kuitenkaan aina suoraviivaista.[12] Ongelmat, jotka vaativat joltain henkilöltä korkeamman tason kognitiivisia taitoja saattavat vaatia joltakin toiselta vain matalamman tason taitoja. Näin ollen tehtävien luokittelu pohjautuu oppilaalla jo olemassa olevaan tietouteen.

Taulukko 1: Ajattelutaitojen luokittelua luonnontieteiden kontekstissa[9]

Pääluokka		Alaluokat	Esimerkkejä
LOCS	1. Muistaa	Tunnistaminen	Oppilas hakee tietoa muististaja vertaa sitä annettuun tehtävään esim. kasvien lajituntemus ja kemiallisten merkkien tunnistaminen
		Mieleen palauttaminen	Oppilas palauttaa tiedon muistista, esim. suureiden ja yksiköiden symbolit
	2. Ymmärtää	Tulkitseminen	Oppilas osaa muuttaa tietoa toisesta muodosta toiseen esim. osaa laatia laskun tai reaktioyhtälön sanallisen tehtävänannon pohjalta, osaa selittää käsitteet omin sanoin
		Esimerkin antaminen	Oppilas osaa havainnollistaa käsitteitä tai periaatteita esimerkillä: osaa antaa esimerkin nisäkkäästä, poimuvuoresta, hiilivedystä ja energialähteestä
		Luokittelu	Oppilas osaa luokitella asioita kategorioihin esim. eliökunnan ja jätteiden luokittelu
		Referointi	Oppilas osaa tehdä olennaiset asiat sisältäviä yhteenvetoja: artikkelireferaatin tekeminen
		Päättely	Oppilas osaa tehdä loogisia johtopäätöksiä esitetyn tiedon pohjalta esim. populaation lisääntyminen, säätilan, voiman vaikutuksen ja yhdisteiden molekyylirakenteen päätteleminen
		Vertaaminen	Oppilas havaitsee kahden asian välisiä yhtäläisyyksiä ja eroja esim. käsitteiden vertaaminen
		Perusteleminen	Oppilas osaa tehdä erilaisista systeemeistä syy-seuraus-malleja, esim. talvihorroksen, vuodenaikojen, nopeuden tai tasapainoreaktion suunnan perusteleminen
	3. Soveltaa	Menetelmän toteuttaminen	Oppilas osaa soveltaa rutiininomaista menetelmää tutun tehtävän ratkaisemiseen esim. eliön tunnistaminen, kartan lukeminen, laskukaavojen käyttö ja tislaaminen
		Menetelmän käyttäminen	Oppilas osaa käyttää valitsemaansa menetelmää entuudestaan tuntemattoman tehtävän ratkaisemiseen: ongelman-ratkaisutehtävät
HOCS	4. Analysoi	Erotteleminen	Oppilas osaa erottaa tehtävänannosta tärkeät ja olennaiset asiat, joita tarvitaan tehtävän ratkaisemiseen
		Jäsentäminen	Oppilas tunnistaa tilanteeseen liittyvät perusosat ja osaa muodostaa niistä johdonmukaisia kokonaisuuksia esim. tutkimusraportin laatiminen
		Piilomerkitysten havaitseminen	Oppilas tunnistaa materiaalista "rivien välistä luettavat" näkökulmat, ennakkoasenteet, arvot tai aikomukset esim. artikkelin kirjoittajan asenteiden havaitseminen
	5. Arvioi	Tarkistaminen	Oppilas osaa tarkistaa ovatko prosessit tai tuotteet johdonmukaisia ja virheettömiä, esim. tehtävän tai tutkimuksen tuloksen järkevyyden tarkistaminen
		Arvosteleminen	Oppilas osaa arvostella tuotetta ulkoisten kriteerien ja standardien pohjalta. esim. luonnontieteiden menetelmien hyvien ja huonojen puolien arvioiminen
	6. Luo	Kehittäminen	Oppilas osaa muodostaa hypoteeseja tai ratkaisutapoja esitettyjen kriteerien pohjalta
		Suunnitteleminen	Oppilas osaa suunnitella ratkaisutapoja tehtävien tai ongelman ratkaisuun, esim. kokeellisen menetelmän suunnitteleminen
		Tuottaminen	Oppilas osaa tehdä tehtävänannon vaatimusten mukaisen omaperäisen tuotoksen, esim. esseevastauksen laatiminen

3 Kemian piirteistä

Kemia on luonnontieteen haara, joka tutkii aineiden koostumuksia ja ominaisuuksia sekä niiden keskinäisiä vuorovaikutuksia.[13] Sitä pidetään yhtenä tärkeimmistä tieteenhaaroista, sillä se auttaa ymmärtämään, mitä luonnossa tapahtuu.[14] Kaikista tieteenaloista kemia on ehkä kaikista lähimpänä teollisuutta ja teknologiaa: se on vahvasti mukana teollisissa prosesseissa ja itse sekä hyödyntää että hyödyttää lukuisia eri tekniikoita ja teknologioita, joista viimeksi mainituilla tarkoitetaan tässä yleisesti ihmisten tekemiä materiaaleja ja prosesseja.[5, 15]

Kemiassa tarkastelun kohteena ovat atomit ja molekyylit ja tärkeinä kaikkia kemian osa-alueita yhdistävinä tekijöinä ovat elektronikuoret ja atomiorbitaalit.[13] Aineiden kuvauksissa hyödynnetään sekä kvantitatiivisia eli määrällisiä että kvalitatiivisia eli laadullisia menetelmiä, joista kvalitatiivisuus kuitenkin painottuu voimakkaasti aineiden luokittelun muodossa, esimerkiksi happoihin tai emäksiin.

Kemian ydinsisällöksi voidaan katsoa seuraavat ideat:[16]

- Kaikella aineella on hiukkasluonne.
- Alkuaineissa esiintyy jaksollisuutta niiden fysikaalisissa ja kemiallisissa ominaisuuksissa.
- Yhdisteet koostuvat kahdesta tai useammasta alkuaineesta. Monissa tapauksissa tämä edellyttää tietyn avaruudellisesti suuntautuneen kemiallisen sidoksen muodostusta elektronien pariutuessa.
- Yhdisteen rakenneosasilla on tunnusomaiset geometriset suuntautumiset keskenään.
- Energia säilyy kemiallisissa reaktioissa.
- Maailmankaikkeuden entropia pyrkii kasvamaan kemiallisissa reaktioissa.
- Kemiallisille reaktioille on energeettisiä ja geometrisia esteitä.
- On olemassa vain neljä erilaista kemiallista prosessia: protonin siirto, elektronin siirto, elektronien jakaminen ja elektroniparien jakaminen.

Kemia on paljon enemmän kuin kasa tietoutta. Sitä voidaan ajatella kulttuurina, jossa tietyt ajattelu- ja käyttäytymistavat opitaan teorian, taitojen ja arvojen kautta.[5] Esimerkiksi

ydinsisältöjen abstraktin luonteen vuoksi kemian ymmärtäminen edellyttää erinäisten mallien hyödyntämistä.[16]

3.1 Mallit

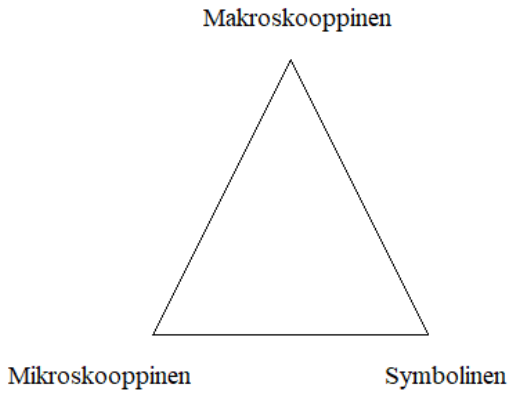
Kemiassa mallinnusta käytetään kuvaamaan havaittavia ilmiöitä sekä niitä selittäviä tekijöitä tunnettujen analogioiden avulla.[13] Kemian abstraktin luonteen vuoksi malleja hyödynnetään kemiassa yleisesti, jolloin niiden käyttöä voidaan pitää kemiassa johtavana ajattelutapana. Mallien avulla ajattelu mahdollistaa kokonaisuuksien ja prosessien visualisoimisen, mikä helpottaa päättelyä, tiedon rakentumista sekä jatkotutkimusten kehittelyä. Mallien käytön etuna on myös se, ettei kemiallisen reaktion mekanismia tarvitse analysoida tai olla edes tietoinen sen olemassaolosta. Näin ollen mallien ja mallinnuksen ymmärtäminen on keskeisessä osassa kemian oppimista.

Kemiassa on käytössä useita erilaisia malleja, jotka voivat olla esimerkiksi konkreettisia, visuaalisia, matemaattisia tai symbolisia.[13] Niiden tapauksessa on tärkeä ymmärtää, etteivät ne edusta todellisuutta. Mallit sisältävät yleensä oletuksia ja epätäsmällisyyksiä, eikä niitä ole tarkoitettu kuin tiettyä tarkoitusta varten.[5]

3.2 Tiedon kolmitasomalli

Eräs keskeisimmistä kemiassa käytetyistä malleista on kuvassa 2 esitetty Johnstonen tiedon kolmitasomalli, joka kuvaa, miten tietoa voidaan esittää kolmella eri tasolla.[13] Kolmitasomallin mukaan tietoa edustaa kolmio, jonka kulmissa sijaitsevat tiedon makroskooppinen, mikroskooppinen ja symbolinen taso.[16, 17] Makroskooppinen taso sisältää empiirisesti havaittavat ja mitattavat asiat kuten massan ja tiheyden. Mikroskooppinen taso sisältää puolestaan kaiken optisen mikroskoopin havaintokyvyn ulkopuolelle jäävät asiat

kuten molekyylit ja atomit. Symbolinen taso sisältää symboliset merkitykset kuten alkuaineiden lyhenteet ja olomuotojen tunnukset.



Kuva 2: Tiedon kolmitasomalli Johnstonen mukaan.[17]

Tiedon tasot tukevat toisiaan.[16] Makroskooppisella tasolla kuvataan aisteilla havaittavia ilmiöitä. Mikroskooppinen taso pyrkii antamaan näille ilmiöille kvalitatiivisia selityksiä ja symbolinen taso puolestaan kvantitatiivisia selityksiä.

Kemiassa toimitaan kolmitasomallin kolmion sisällä eli kaikkia tasoja käsitellään samanaikaisesti.[16] Kokeneet kemistit osaavat liikkua tiedon tasojen välillä ongelmitta ja samalla muuntaa käytettäviä malleja tasojen mukaisiksi.[13] Kemian opiskelu perustuu pääasiallisesti tiedon kolmitasoon: tutkittavaa ilmiötä lähestytään makroskooppisella tasolla, sitä kuvataan symbolisella tasolla ja ajattelu pohjautuu mikroskooppiselle tasolle.[16] Erityisesti makroskooppisella tasolla on kemiassa merkittävä rooli kokeellisuuden muodossa.

3.3 Kokeellisuus

Kokeellisuudella on pitkään ollut tunnusomainen ja keskeinen rooli tiedeopetuksessa.[13, 18] Yli sadan vuoden ajan laboratoriotöiden on ajateltu edistävän oppilaille hyödyllisten taitojen kehittymistä.[19] Laboratoriotyöskentelylle asetetut tavoitteet vastaavatkin yleisesti

tiedeopetuksen tavoitteita. Myös kemiassa, joka on kokeellinen luonnontiede, kokeellisuudella on tärkeä rooli.[16]

Kemian laboratorio on ainutlaatuinen oppimisympäristö, jossa oppilaat pääsevät tutkimuslähtöisesti tutustumaan omakohtaisesti erilaisiin ilmiöihin ja aineisiin sekä niiden reaktioihin ja ominaisuuksiin.[16, 20] Tutkimuslähtöisessä lähestymistavassa oppilaat tutkivat ilmiöitä, tekevät hypoteeseja ja perustelevat vastauksensa kokeellisuudesta saatujen tulosten avulla.[19] Tyypillisesti oppilaat työskentelevät pienryhmissä, jolloin ryhmän sisäinen yhteistyö on välttämätöntä töiden suorittamiselle.[20] Ryhmätyöt kannustavat sosiaaliseen vuorovaikutukseen, mikä luo pohjaa hyvälle oppimisympäristölle.

Oikein toteutettuna kokeellisuudella voidaan kehittää useita erilaisia taitoja. Mielekkääksi koettuna se kehittää oppilaiden positiivista suhtautumista oppiaineeseen sekä erityisesti ongelmanratkaisutaitoja, käytännöntaitoja ja havainnointikykyä.[20] Mielekäs oppiminen on mahdollista laboratoriossa, jos oppilaille annetaan mahdollisuus laitteiden ja materiaalien käsittelyyn ympäristössä, jossa heidän on mahdollista rakentaa tietämystään tutkittavasta ilmiöstä ja siihen liittyvistä käsitteistä. Sopivilla laboratorioaktiviteeteilla voidaan tehostaa tiedon rakentumista ja päättelykykyä. Tutkimuslähtöisyys puolestaan edistää tieteellistä ajattelua, korkeamman tason ajattelutaitoja ja ymmärrystä luonnontieteen luonteesta.[12, 19] Ryhmissä tapahtuva työskentely kehittää ryhmätyöskentely- ja kommunikointitaitoja.[21]

4 Oppilaiden suhtautuminen kemian opetukseen

Monien kansainvälisten tutkimusten mukaan oppilaiden vieraantuminen luonnontieteistä on suuri ongelma sekä kouluille että yhteiskunnalle.[22] Etenkin teollistuneissa maissa koulutuksen järjestäjät ovat huolissaan siitä, etteivät nuoret ole kiinnostuneita luonnontieteistä.[23] Vieraantuminen näkyy esimerkiksi yläkouluissa siten, etteivät oppilaat valitse opiskeltavaksi luonnontieteiden valinnaisia kursseja ja heidän jatko-opintonsa keskittyvät aloille, jotka eivät keskity luonnontieteisiin.[23] Jos oppiainetta ei koeta hyödyllisenä, siihen tuskin hakeudutaan jatko-opinnoissa.[24]

4.1 Nykytilanne tutkimusten mukaan

Suomessa vuonna 2011 tehdyssä luonnontieteiden osaamisen kansallisessa arvioinnissa selvitettiin 9. luokan oppilaiden asenteita luonnontieteiden opiskeluun.[24] Siinä oppilaat arvioivat erinäisiä väittämiä viisiportaisella asteikolla (-2, -1, 0, 1, 2). Tulosten mukaan oppilaat eivät juurikaan pidä kemiasta; käsitys omasta kemian osaamisesta ja kemian hyödyllisyydestä olivat hyvin lähellä nollaa. Kyseessä oli tosin keskiarvo, mutta asenteet kemian opintoja kohtaan voitiin nähdä kielteisinä.[9] Sukupuolten välillä todettiin olevan eroja. Tytöt kokevat kemian hyödyllisempänä kuin pojat, mutta pojat kokevat osaavansa sitä paremmin kuin tytöt. Kuitenkin tytöt pitävät kemiasta vähemmän kuin pojat.[24]

Vuoden 2011 TIMSS-tutkimuksesta (*Trends in International Mathematics and Science Study)* saatiin tietoa 8. luokkalaisten osalta kemian suhteen:[25]

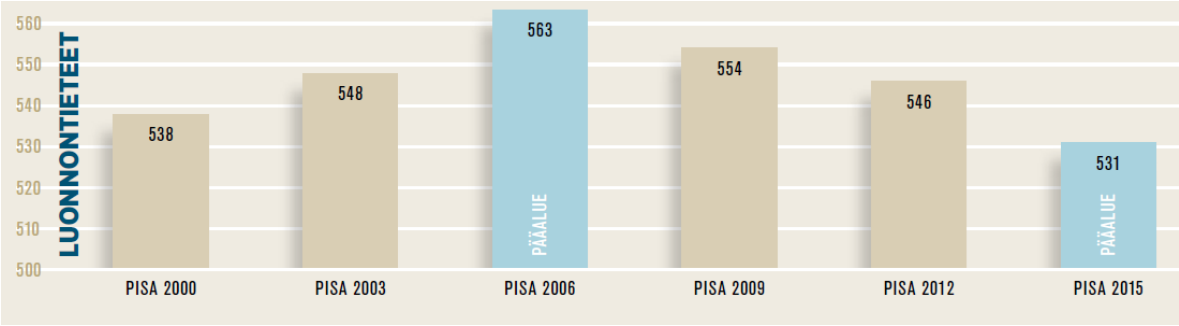
- 13 % pitää kemian opiskelusta, 35 % pitää jotenkuten kemian opiskelusta, 52 % ei pidä kemian opiskelusta
- 7 % arvostaa kemiaa, 26 % jotenkuten arvostaa kemiaa, 67 % ei arvosta kemiaa
- 14 % luottaa omaan kemian osaamiseensa, 59 % jotenkuten luottaa osaamiseensa, 27 % ei luota osaamiseensa.

Vuoden 2015 PISA-tutkimus (*Programme for International Student Assessment*), jossa luonnontieteen osaaminen oli tutkimuksen pääalueena, antoi samansuuntaisia tuloksia.[26] Sen mukaan Suomessa 15-vuotiaiden sisäinen motivaatio luonnontieteiden opiskeluun oli heikentynyt ja Suomi oli 73 maan joukossa 12:nneksi heikoin sisäisen motivaation osalta.

Sekä 8. että 9. luokilla kemiaan suhtaudutaan välinpitämättömästi.[27] Tutkimukset ovat osoittaneet, että nuorten asenteet koulun tiedeopetusta kohtaan lähtevät laskuun heidän siirtyessään yläkouluun.

Kemian sisällöt kiinnostavat vähemmän kuin terveystiedon sisällöt, vaikka monet terveystiedon sisällöt liittyvät kemiaan.[24] Esimerkiksi kemikaalit kiinnostavat vähemmän kuin myrkylliset aineet. Kemia ei myöskään ole luonnontieteistä suosituimpien joukossa. Maissa, joissa luonnontieteitä opetetaan erillisinä aineita, oppilaat pitävät fysiikasta ja kemiasta vähemmän kuin biologiasta ja maantiedosta.[25]

Vaikka kemiaan oppiaineena suhtaudutaan melko negatiivisesti, siinä menestytään yllättävän hyvin kansainvälisesti.[25] Vuoden 2011 TIMSS-tutkimuksessa luonnontieteiden osalta Suomi oli 4. luokkalaisten kärkilistan kolmas ja 8. luokkalaisten osalta neljäs. PISA-tutkimuksessa Suomella oli luonnontieteiden osalta viidenneksi korkein pistemäärä.[26] Hyvästä sijoituksesta huolimatta Suomen tulokset ovat kuitenkin laskusuunnassa, kuten kuvasta 3 nähdään. Suomen luonnontieteen pistemäärien keskimääräinen lasku kolmea vuotta kohti oli toiseksi suurin kaikista tutkimukseen osallistuneista maista.



Kuva 3: Suomen PISA-tulokset luonnontieteiden osalta vuodesta 2000 lähtien.[26]

Kemian asia- ja käsitetietoa osataan menetelmätietoa paremmin.[9] Menetelmätiedosta osataan parhaiten kokeelliseen työskentelyyn ja aineiston hyödyntämiseen liittyvät tehtävät. 9. luokkalaisten arvioinnissa tuli yleisesti esille, etteivät oppilaat hallinneet korkeamman tason ajattelutaitoja.

Vaikka syitä luonnontieteiden vieroksumiseen on varmastikin useita, yhden syyn täytyy olla itse opetettavassa aineessa eli millaisia aiheita opetettava aine käsittelee ja kuinka sitä opetetaan luokkahuoneessa.[23] Moni oppilas kokee kemian opetussisällön abstraktina, vaikeasti hallittavana sekä irrallisena todellisesta maailmasta.[28] Sitä pidetään kyllä hyödyllisenä oppiaineena, mutta sen opiskeluun suhtaudutaan varauksella.[9]

Yhtenä syynä luonnontieteiden opiskelun vähyyteen pidetään sitä, etteivät oppilaat koe luonnontieteiden opetuksen liittyvän heidän arkielämäänsä.[22] Esimerkiksi tytöt ovat yleensä passiivia koulun tiedetunneilla, eivät pidä opetusta kiinnostavana ja kokevat, ettei opetussisällöllä ole yhteyttä heidän arkielämäänsä.[29] Heillä on myös vahva tarve tietää

miksi heidän täytyy opiskella kyseisiä asioita ja kuinka ne liittyvät todelliseen maailmaan. Luonnontieteiden opetuksesta erkaantuneiden oppilaiden on hyvin vaikea luoda yhteyksiä opetettavien aiheiden ja käsitteiden välille.[22]

Suomalaisten nuorten kiinnostus luonnontieteitä kohtaan on OECD-maiden (*Organisation for Economic Cooperation and Development)* keskiarvon alapuolella.[9] Tilanteen parantamiseksi opetuksessa toivotaankin käytettävän erityisesti oppilaita motivoivia työtapoja. Kemiassa tämän pitäisi olla helposti toteutettavissa, sillä tutkimusten mukaan suurin osa luonnontieteiden oppijoista pitää kokeellisista töistä.[27]

4.2 Kemian opiskelun haastavuus

Oppimisen motivaatiolla on suuri vaikutus oppimistuloksiin. Kuitenkin sillä, miten haastavaksi opittava aihe koetaan, on myöskin vaikutusta oppimisen halukkuuteen.[14] Koska kemiaa pidetään yleisesti haastavana tieteenalana, sen opiskelua saatetaan välttää. Erityisesti yläkouluikäiset kokevat kemian vaikeana oppiaineena.[12]

On totta, ettei kemia ole oppiaineista kaikkein helpoimpien joukossa. Se käsittelee abstrakteja aistein havaitsemattomissa olevia asioita, jolloin sen opiskelu vaatii tavallista enemmän kognitiivisia kykyjä.[17] Abstraktin luonteensa lisäksi kemian oppiminen sisältää myös muita sisällöllisiä oppimishaasteita, kuten ilmiöiden matemaattisen käsittelyn.[14] Nämä seikat asettavat kemian opiskelulle korkean vaatimustason.

Kemian opiskelu sisältää aineen luonteen vuoksi paljon erilaisia käsitteitä.[14] Niitä voi opetella paljon ulkoa, mutta todellinen ymmärtäminen edellyttää käsitteiden linkittämistä keskenään merkityksellisellä tavalla. Pelkkä tieto ilman ymmärrystä voi johtaa virhekäsityksiin, jotka ovat oppijan näkemyksiä asioista, jotka eivät välttämättä vastaa todellisuutta. Virhekäsitykset ovat erityisen haitallisia oppimisessa, sillä konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppija rakentaa uutta tietoa vanhan jo olemassa olevan tiedon päälle.[12] Näin ollen jos uusi opittava asia rakentuu virhekäsityksen päälle, siitä ei saada oikeaa kuvaa vaan oppilas saattaa jopa hämääntyä entisestään asioiden sekavuudesta.

Uudesta informaatiosta poimitaankin vain ne osat, jotka sopivat aikaisempaan virheelliseen tietoon. Lopputuloksena oppilas oppii jotain aivan muuta kuin mitä oli tarkoitus oppia.

Kemiassa virhekäsityksiä syntyy helposti, sillä abstraktien käsitteiden paljous kuormittaa nopeasti työmuistia.[14] Työmuistilla on rajallinen kapasiteetti ja sitä hyödynnetään samanaikaisesti tiedon lyhytaikaiseen muistamiseen, käsittelyyn ja valmisteluun talletettavaksi pitkäaikaiseen muistiin. Kun työmuisti kuormittuu liikaa, kaikki edellä mainitut prosessit hidastuvat tai lakkaavat kokonaan. Esimerkiksi jopa yliopisto-opiskelijoilla on vaikeuksia happo–emäs-kemiassa kun happamuuden ja emäksisyyden käsitteiden kanssa otetaan mukaan elektrofiilin ja nukleofiilin käsitteet.[13]

Myös käytetty kieli vaikuttaa virhekäsitysten syntyyn.[12] Joillakin sanoilla on eri merkitykset tieteellisessä ja arkisessa yhteydessä, mikä johtaa virheelliseen ajatteluun. Esimerkiksi lämmöstä puhuttaessa tarkoitetaan kemiassa lämpöenergiaa ja puhekielessä lämpötilaa. Samoin liukeneminen ja sulaminen sekoittuvat usein keskenään puhekielessä, vaikka ne tarkoittavat kemiassa eri asioita. Pienetkin merkityserot voivat johtaa väärinkäsityksiin.

Opetuksessa käsiteltävien asioiden runsaus johtaa nopeaan käsittelytahtiin. Esimerkiksi tutkijat käyttivät noin 50 vuotta aikaa selvittääkseen atomin ja molekyylin eroavaisuuksia kun nykyisessä kemian opetuksessa siihen käytetään noin 50 minuuttia.[13] Kemian opetuksessa pyritään mahdollisimman nopeasti pääsemään tiedon viimeisimpään abstraktiin muotoon. Tämä heikentää asioiden syvällistä oppimista, sillä siinä jätetään pois tiedon kehittymisen kannalta oleelliset kontekstit eikä se siten kehitä oppilaan tarvetta ymmärtää tiedon taustalla toimivia periaatteita ja teorioita. Oppilaista saattaa tuntua, että kemian opetukselle on tyypillistä työmuistin kuormittaminen epäoleellisilla faktoilla ja käsitteillä, jotka ovat irrallisina muista luonnontieteistä ja jotka pääasiassa vaativat ulkoa opettelua ja kaavamaista ajattelutapaa.[2]

Kemiassa käytettävät mallit tekevät lukumäärällään ja monimuotoisuudellaan kemian opiskelusta haastavaa oppilaille.[13] Etenkin kemian opiskelussa keskeinen tiedon kolmitasomalli tuottaa oppilaille ongelmia, sillä se koetaan vaikeana ymmärtää ja käyttää.[14, 16] Siihen liittyvät keskeiset ongelmat voidaan jaotella tasojen mukaisesti:

- Oppilailta puuttuu kokemus makroskooppisesta tasosta. Sopivaa kokeellisuutta ei ole tarjolla tai oppilaille on epäselvää, mitä kokeellisuudesta on tarkoitus oppia.

- Oppilailla on väärinkäsityksiä mikroskooppisesta tasosta johtuen hiukkasluonteen epäselvyydestä ja kyvyttömyydestä visualisoida asioita sillä tasolla.
- Oppilaat eivät ymmärrä symbolisella tasolla käytettäviä monimutkaisia merkintätapoja.
- Oppilaat eivät osaa liikkua tiedon kolmen tason välillä.

Tiedon kolmitasomallille ominaisten ongelmien lisäksi malli itsessään kuormittaa hyvin nopeasti työmuistia.[12, 17] Jokaisella tasolla on haasteena omanlaisensa kemian käsitteistö ja ajattelutaidot, jolloin jo pelkästään tiedon kolmitasomalli aiheuttaa paljon älyllistä kuormitusta kemian opiskelussa.

5 Suhtautumisen vaikutus osaamiseen

Kun oppilaiden suhtautumista luonnontieteisiin on tutkittu, on havaittu positiivisen suhtautumisen oppiaineeseen ja käytettyihin työtapoihin heijastuvan osaamiseen.[24] Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää, minkälainen rooli oppilaiden mielenkiinnolla, motivaatiolla ja asenteella on.

5.1 Mielenkiinto

Mielenkiinto voidaan jakaa henkilökohtaiseen ja tilannekohtaiseen kategoriaan.[30, 31] Henkilökohtainen mielenkiinto asiaa kohtaan kehittyy vähitellen, vaikuttaa tietoihin ja arvoihin ja pysyy melko muuttumattomana ajan kuluessa. Se voi johtaa asioiden syvälliseen omaksumiseen, mutta koulujen on vaikeata vaikuttaa tähän kiinnostukseen. Tilannekohtainen mielenkiinto kehittyy nopeasti, on lyhytkestoista ja usein tunneperäistä. Tilannekohtainen kiinnostus voi ajan kuluessa kehittyä henkilökohtaiseksi mielenkiinnoksi.[23]

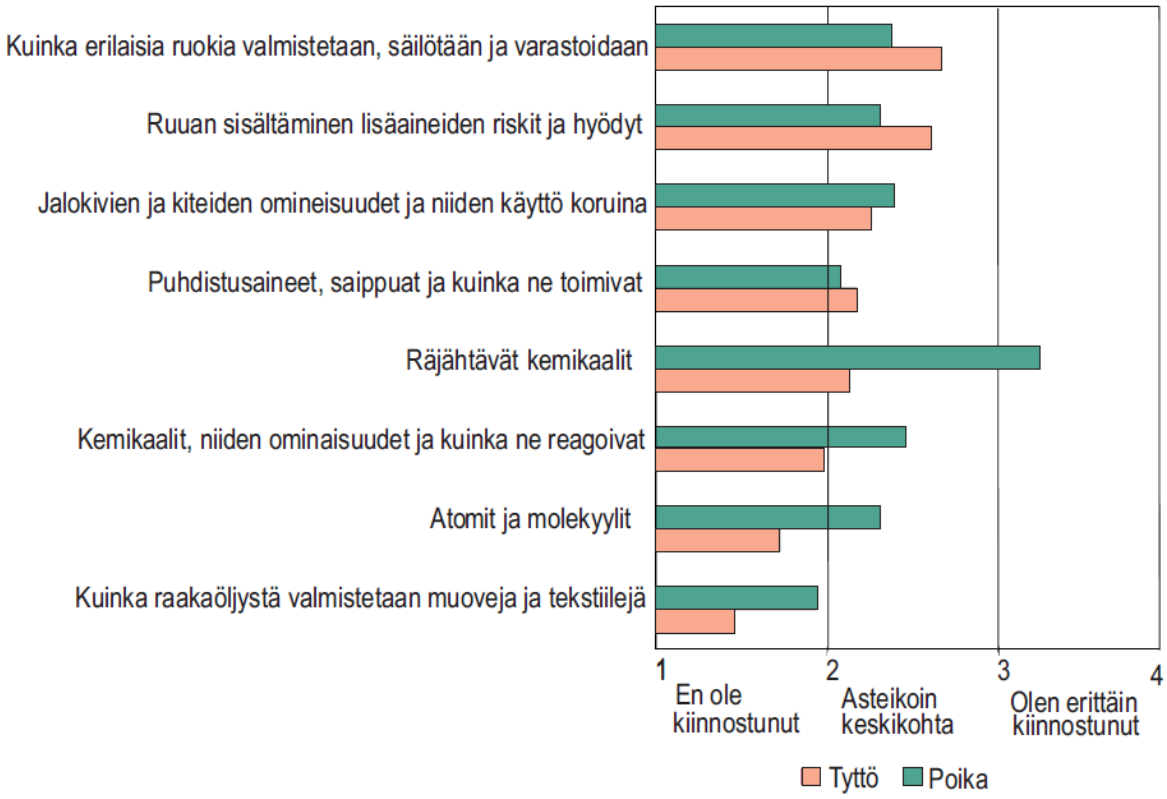
Mielenkiinnon herättäminen luonnontieteitä kohtaan koetaan hyvin keskeisenä asiana ja se onkin yksi opetussuunnitelman tavoitteista.[23] Opetuksessa mielenkiintoon vaikuttavia tekijöitä ovat ainakin:

- tiede ja teknologia yleisesti
- käsiteltävät aiheet
- kontekstit, missä oppiminen tapahtuu
- opetusmenetelmät
- oppilaan sukupuoli
- oppilaan kokemus opetettavan aiheen merkityksellisyydestä
- käsitys opetuksen laadusta, esimerkiksi työmäärä ja oma kyvykkyys tehtävissä.

Valinnan mahdollisuus auttaa oppilaita valitsemaan sellaisia tehtäviä, jotka he kokevat yhtenäisiksi tavoitteidensa ja mielenkiintonsa kanssa.[30] Opetuksessa tehtävän toiminnan perusteleminen auttaa oppilaita ymmärtämään koulutyön tärkeyden ja merkityksen näiden asioiden toteutumisessa. Tyypillisesti mielenkiintoa on yritetty herättää käyttämällä kontekstisidonnaisia opetustyylejä.[23] Niissä oppilaat ohjataan kohtaamaan tieteellisiä käsitteitä ja ilmiöitä tilanteissa, joiden uskotaan kiinnostavan oppilaita. Opetettavien aiheiden lähestymistavan valinnalla voidaan vaikuttaa oppilaan kiinnostukseen ja siten oppimiseen.

Mielenkiintoa koskevissa tutkimuksissa on havaittu, että mielenkiinnolla on suurempi vaikutus tulevaisuuden valintoihin kuin aikaisemmilla saavutuksilla tai demografisilla tekijöillä.[32]

Oppilaiden kiinnostuksen kohteita kemiassa on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4: Oppilaiden mielenkiinto kemian aiheisiin.[9]

Kuvasta 4 nähdään myös PISA-tutkimuksesta esiin noussut seikka, jonka mukaan poikia kiinnostavat tyttöjä enemmän puhtaasti kemialliset sisällöt ja tyttöjä puolestaan poikia enemmän terveyteen liittyvät sisällöt.[26] Näillä tuloksilla on merkitystä, sillä riittävän suuri mielenkiinto on välttämätön ylläpitämään motivaatiota ja koska henkilökohtainen mielenkiinto toimii sisäisen motivaation kantavana voimana.[30]

5.2 Motivaatio

Motivaatio on ihmisen tekemistä ohjaava ja käyttäytymistä ylläpitävä sisäinen tekijä, jota ohjaavat sekä ulkopuoliset että sisäiset vaikuttimet.[25, 33] Näin ollen voidaan puhua ulkoisesta ja sisäisestä motivaatiosta. Sisäisen motivaation tapauksessa asioita tehdään, koska pelkkä

tekeminen koetaan itsestään mielekkäänä. Ulkoisen motivaation tapauksessa tekemisellä pyritään saavuttamaan jotain muuta tavoittelemisen arvoista.

Oppiminen on monimutkainen prosessi, jossa motivaatiolla on keskeinen rooli.[30] Esimerkiksi oppilaan positiivinen asenne ja motivaatio ovat tärkeässä asemassa tiedelukutaidon valmiuksien saavuttamiseksi. Sisäisen motivaation tukeminen on yleisesti tavoiteltu opetuksellinen päämäärä.

Itseohjautuvuusteoria on empiirisesti tuettu teoria motivaatiosta.[30] Sen mukaan olosuhteet, jotka tukevat oppijan kokemusta omaehtoisuudesta (*autonomy*), kyvykkyydestä (*competence*) ja yhteisöllisyydestä (*relatedness*) edistävät motivaatiota, ja etenkin sisäisen motivaation muovautumista. Teorian mukaan kaikkia kolmea tarvitaan sisäisen motivaation syntyyn, mutta yhteisöllisyys keskittyy pääasiallisesti tämän ylläpitämiseen.

Itseohjautuvuusteoriassa ulkoinen motivaatio ei ole staattinen, vaan sisäistämisprosessin avulla ulkoista motivaatiota voidaan muuntaa hyväksytyiksi arvoiksi.[30]

Koulujen oppimistehtävien esittämistapa vaikuttaa oppilaiden omaehtoisuuden ja kyvykkyyden tunteisiin.[30] Opetustavan valinnalla voidaan siten edistää sisäisen motivaation kasvua tai pysäyttää se heti alkuunsa. Tämä on tärkeä näkökulma opetukseen, sillä monet oppimisaktiviteetit eivät ole oppilaiden mielestä mukavia.

Omaehtoisuudeksi koetaan kaikki se käyttäytyminen, jonka lähtökohta koetaan olevan itsessä.[30] Kontrolloidussa käyttäytymisessä syyt ovat puolestaan ulkopuolisia. Henkilöiden väliset kontekstit vaikuttavat siihen, miten tilanne näyttäytyy yksilöille omaehtoiseksi tai kontrolloiduksi. Valinnan mahdollisuus, järkevät perustelut tekemiselle, oppilaiden mielipiteiden huomioiminen ja suorituspaineen pienentäminen ovat keinoja lisätä oppilaiden omaehtoisuuden tuntemusta.

Kyvykkyys tarkoittaa tunnetta osaamisestaan, mahdollisuutta vaikuttaa ympäristöönsä ja mahdollisuudesta saavuttaa asetettuja tavoitteita.[30] On ehdotettu, että kyvykkyyttä voidaan parantaa lisäämällä oppilaiden omaehtoisuutta, pitämällä ongelmat sopivan haastavina ja antamalla oppilaille välitöntä palautetta. Kyvykkyys ja omaehtoisuus ovat siten toisiinsa sitoutuneita.

Yhteisöllisyys kuvaa tarvetta olla yhteydessä muihin ja tulla muiden hyväksymäksi.[30] Todellisista vuorovaikutustilanteista kohoava yhteisöllisyys edistää arvostettujen tavoitteiden sisäistämistä. Näissä tilanteissa henkilö tunnistaa ja toistaa oman ryhmänsä tai ryhmän, johon haluaa kuulua, tekemisiä. Luokkahuonetilanteessa yhteisöllisyys on vahvasti sidoksissa siihen, että oppilas kokee opettajan aidosti pitävän ja arvostavan häntä sekä välittävän hänestä. Yhteisöllisyyteen vaikuttavat siten oppilas–opettaja- ja oppilas–oppilas-väliset vuorovaikutukset.

Opettajan olisi hyvä kertoa etukäteen tunnin tiedolliset ja taidolliset tavoitteet, jolloin oppilas tietää, millaista osaamista häneltä odotetaan.[9] Usein tällä on oppilasta motivoiva vaikutus. Opetuksen kannalta ei kuitenkaan riitä, että oppilaat ovat pelkästään motivoituneita oppimaan vaan heille pitää myös tarjota mahdollisuus oppimiseen.[25]

5.3 Asenne

Asenne on abstrakti käsite, jota käytetään pääasiassa psykologiassa.[27] Asenteet voidaan määrittää mielipiteiksi ja uskomuksiksi siitä, miten hyödylliseksi jokin asia koetaan.[21] Toiminnan näkökulmasta asenne on eräänlainen valmiustila, taipumus toimia tietyllä tavalla tietyissä tilanteissa. Asenteet voimistuvat uskomuksista, herättävät usein tuntemuksia ja johtavat käytöksellisiin aikeisiin. Asenteita ei voi suoraan havaita vaan niitä tulkitaan havaittavista reaktioista.[27]

Asenteet ovat sidoksissa tiedonhankintaan ja niiden yhtenä komponenttina toimii oppijan kokemus opittavan asian merkityksellisyydestä.[21] Merkityksellisyys voidaan määrittää olevan henkilön tuntemus asian tärkeydestä ja käyttökelpoisuudesta hänen henkilökohtaisille tarpeilleen ja tavoitteilleen.[7]

Monet tutkijat ovat yhtä mieltä siitä, että opetuksen laatu vaikuttaa merkittävästi siihen, miten oppilaat asennoituvat koulun luonnontieteiden opetukseen. Opetuksen on huomattu olevan jopa vahvin suora vaikuttaja oppilaiden asenteisiin.[29] Asenteiden muuttamista voidaan toteuttaa laboratorio-olosuhteissa useilla tavoilla, joista yksi on todellisen

maailman sovellusten hyödyntäminen.[21] Tutkimuksilla on saatu positiivista näyttöä kemian laboratoriotöiden vaikutuksesta oppilaiden asenteisiin kemiaa kohtaan.[29] Tutkimuslähtöiset laboratoriotyöt innostavat poikia enemmän, sillä he pitävät omien kokeilujen tekemisestä.

Asenteet ovat oppimisessa tärkeitä, sillä ne vaikuttavat siihen, mitä opitaan ja miten opittua hyödynnetään.[21] Oppilailla voi olla erilaisia asenteita eri luonnontieteitä kohtaan, joten asenteita tutkiessa on syytä tarkentaa, mistä oppiaineesta on kyse.[29]

5.4 Asenteiden vaikutus osaamiseen

Yhdysvaltain kansallisen tiedesäätiön (*National Science Foundation, NSF*) rahoittamassa vuonna 1978 alkaneessa ja vuosikymmenen kestäneessä asennetutkimuksessa saatiin seuraavanlaisia tuloksia:[34]

1 Luokka-asteilla 6–10 asenteet luonnontieteitä kohtaan heikkenivät vuosi vuodelta. Suurin pudotus tapahtui lukuvuoden alusta puoleenväliin mennessä. Pojilla asennoituminen luonnontieteisiin oli yleisesti korkeammalla kuin tytöillä.
2 Saavutusmotivaatiossa (*achievement motivation*) oli laskua luokka-asteilla 6–10 samaan tapaan kuin asenteissakin. Tytöillä tämä motivaatio oli jatkuvasti korkeammalla kuin pojilla.
3 Nuorten asenteet luonnontieteitä kohtaan korreloivat heidän ystäviensä asenteiden kanssa.
4 Luokkahuoneen muuttujat vaikuttavat eniten asenteisiin luonnontieteitä kohtaan.
5 Oppijakeskeiset muuttujat vaikuttavat eniten saavutuksiin luonnontieteissä.

Tulosten mukaan asenne ja oppilaan motivaatio hyvään koulusuoritukseen korreloivat keskenään. Saavutusmotivaatio on oppijakeskinen muuttuja, jolloin se vaikuttaa voimakkaasti oppimistuloksiin.

Monissa tutkimuksissa on saatu paljon näyttöä asenteiden ja oppimistulosten välisestä riippuvuudesta.[24, 25, 29, 35, 36] On kuitenkin syytä muistaa, että molemmat vaikuttavat toisiinsa. Asenne vaikuttaa osaamiseen, mutta myös osaaminen vaikuttaa asenteeseen. Oppilaat, jotka

ovat hyviä luonnontieteissä, ovat myös kiinnostuneempia oppimaan siitä lisää.[25] Bloom ehdotti, että neljäsosa koulusaavutusten varianssista eli poikkeamasta keskiarvon ympärillä selittyisi sillä, miten oppilaat kokevat opiskelun, oppimisympäristön ja oman itsensä. Toinen neljännes selittyisi opetuksen tasolla ja loput 50 % oppijan kognitiivisilla taidoilla. Weinburghin tutkimuksen mukaan jopa 30 % oppimistulosten varianssista voitaisiin selittää asenteella.[29] Bloomin mukaan oppilaiden asenteisiin ja opetuksen tasoon on helpompi vaikuttaa kuin oppilaiden kognitiivisiin taitoihin, jolloin niihin pitäisi kiinnittää opetuksen suunnittelussa erityistä huomiota.[34] Tytöt ja pojat saattavat tarvita kuitenkin eri aktiviteetteja asenteiden kohottamiseen, etenkin kemiassa.[29] Asenteiden avulla voidaan ennustaa myös oppilaiden tulevia valintoja jatko-opintojen suhteen. Yliopiston ensimmäisen vuoden opiskelijoiden kemian aloituskurssin suorituksia tutkittaessa huomattiin, että asenne vaikutti oppimissaavutuksiin enemmän kuin opiskelijan varsinainen osaaminen ja tietotaito.[35]

Yksilön uskolla omaan onnistumiseensa ja onnistuneen suorituksen arvostuksella on motivoiva vaikutus.[32] Jos oppilas uskoo onnistuvansa tehtävässä, se johtaa parempaan suoritukseen, sinnikkyyteen ja kohonneeseen mielenkiintoon. Vastaavasti jos oppilaalta puuttuu itseluottamus, hän suoriutuu huonosti eikä välttämättä kykene ymmärtämään tekemiensä aktiviteettien merkitystä. Positiivisen käsityksen luominen oppiaineesta on myös tärkeää, sillä positiivinen suhtautuminen johtaa yleensä parempiin suorituksiin.[25] Jos oppilas kokee oppiaineen oleellisena itselleen, se edistää hänen mielenkiintoaan sitä kohtaan ja auttaa parantamaan oppimistuloksia.[32]

Metatutkimuksessa, jossa analysoitiin 18 aiheeseen liittynyttä tutkimusta, tutkittiin sukupuolten välisiä eroja asennoitumisessa luonnontieteisiin ja yhteyksiä asenteiden ja oppimistulosten välillä.[36] Seitsemässä tutkimuksessa oli julkaistu tuloksia asenteiden ja oppimistulosten väliseen korrelaatioon. Näiden tulosten pohjalta saatiin keskiarvoistetut korrelaatiokertoimet erikseen pojille ja tytöille. Korrelaatiokerroin saa arvoja väliltä -1 – +1, missä -1 tarkoittaa täydellistä negatiivista korrelaatiota ja +1 täydellistä positiivista korrelaatiota. Pojille kerroin oli 0,50 ja tytöille 0,55, eli molemmilla ryhmillä havaittiin keskivahva yhteys asenteiden ja osaamisen välille.

Konstruktivismi-teorian mukaan merkityksellinen oppiminen vaatii kolmen eri alueen huomioon ottamista: kognitiivisen, psykomotorisen ja affektiivisen.[37] Tällaisessa

merkityksellisessä oppimisessa uutta opittavaa asiaa pystytään liittämään olemassa olevaan oleelliseen tietoon. Kognitiivinen alue vastaa sisältötiedoista ja päättelykyvystä. Psykomotorinen alue liittyy tekemällä oppimiseen ja kykyyn hyödyntää ympäristöä oppimisessa. Kemiassa tämä ilmenee laboratoriotöiden tekemisenä. Affektiiviseen alueeseen liittyy vahvasti henkilön minäkuva (*self concept*). Minäkuvan voidaan määritellä olevan henkilön itsensä arvio omista tiedoistaan ja taidoistaan jostakin aiheesta. Aikaisemmat saavutukset vaikuttavat oppilaiden minäkuvaan ja asenteisiin luonnontieteitä kohtaan ja esimerkiksi Nieswandt osoitti oppilaan minäkuvan ennustavan käsitteellistä osaamista paremmin kuin oppilaan asenne tai mielenkiinto.

6 Kontekstisidonnainen oppiminen

Kontekstisidonnainen oppiminen on opetuksellinen suuntaus, jonka mukaan sosiaalinen ja reaalinen konteksti ovat keskeisessä asemassa tiedon hankinnassa ja sen prosessoinnissa.[38] Oppiminen nähdään sosiaalisena aktiviteettina, jossa asiasta kiinnostuneet henkilöt vuorovaikuttavat toistensa kanssa. Oppimista voi tapahtua esimerkiksi epämuodollisessa oppimistilanteessa, jossa keskeiset opetettavat käsitteet esitetään oppilaille mielenkiintoisessa kontekstissa, jolla on yhteyksiä oppilaiden omaan kokemuspiiriin.[13] Keskeisenä piirteenä on aktiivinen oppiminen, eli oppilaat ovat suurilta osin itse vastuussa omasta oppimisestaan.[39]

6.1 Teoriatausta

Kontekstisidonnaiseen oppimiseen tähtäävä opetussuuntaus on suhteellisen uusi, joten sen teoreettista perustaa ei ole täysin selvitetty.[38] Kuitenkin aivan kuten muidenkin teorioiden kanssa, tätä aletaan kehittää siinä vaiheessa kun kokeiluilla on saatu käytäntö toimivaksi ja

vakaaksi. Kontekstisidonnaisuus on joka tapauksessa osoittautunut jo toimivaksi ja mietinnän kohteena onkin, mitkä teoriat parhaiten kuvaisivat kyseistä prosessia. Tällä hetkellä lähimpänä tätä ovat amerikkalaisen Deweyn ja venäläisen Vygotskyn näkemykset.

Deweyn mukaan oppiminen on henkilön mielenkiintoon sidoksissa olevaa toimintaa.[38] Oppimisessa painottuu asioiden käyttökelpoisuus ja oppija oppii itselleen hyödylliseksi kokemiaan asioita. Deweyn mukaan opetuksen pitäisi pohjautua oikeassa elämässä esiintyviin käytännönongelmiin ja haasteisiin, jolloin teoriat ja faktat opittaisiin toiminnan kautta.

Vygotskyn mukaan oppijan kulttuuri ja vallitseva ympäristö määrittävät sekä oppijan ajatusprosessin että myös tarjoavat ajattelun sisällön.[38] Oppiminen nähdään tällöin olevan ympäristöstä riippuvaista ja sitä tapahtuu parhaiten ratkaisemalla ongelmia muiden samankaltaisten oppijoiden kanssa.

Näiden kahden ajatuksen pohjalta kontekstisidonnaisen opetuksen konteksti voidaan nähdä sosiaalisena tilanteena, jossa tietoa hankitaan ja prosessoidaan vuorovaikutuksessa todellisen empiirisen maailman kanssa.[38] Kontekstisidonnaisuuden ajatellaan luovan oppilaille ”tarpeen tietää”, jonka seurauksena oppilaat luovat uusille käsitteille merkityksiä tuttujen kontekstien avulla. [28]

6.2 Keskeisiä piirteitä

Perinteinen opetus lähtee liikkeelle tieteellisestä ideasta, josta edetään sovelluksiin kun taas kontekstisidonnaisessa opetuksessa tieteen sovellutukset toimivat lähtökohtana tieteellisille ideoille.[39] Konteksteihin pohjautuvassa pedagogiikassa keskitytään oppijalähtöisiin aktiviteetteihin ja tutkimuslähtöisiin laboratoriotyöskentelyihin ja jätetään vähemmälle huomiolle perinteinen luennointi ja mekaanisesti ohjeita seuraamalla suoritettavat oppilastyöt.[2] Oppilaiden mielenkiintoa pidetään yllä käyttämällä opetuksessa sopivia konteksteja, joiden yhteydet arkielämään ja sen ilmiöihin mahdollistavat hyvät lähtökohdat opetukselle.[9]

Kontekstin on oltava osa todellista maailmaa, mutta myös paikka abstrakteille ideoille ja ajattelulle.[38] Käytettyjen kontekstien pitää mahdollistaa oppilaan aiemman osaamisen hyödyntämisen ja uuden opittavan asian pitää konstruktivismin periaatteiden mukaisesti voida rakentua aiemmin opitun päälle.[2] Yksi mahdollinen lähestymistapa olisi esimerkiksi kiinnittää akateemista tietämystä todellisiin konteksteihin, kuten vaikka filosofiaa terveydenhuoltoon.[38] Toinen lähestymistapa voisi olla todellisen elämän haasteiden käyttäminen tiedon hankintaan, eli oppilaat voisi laittaa vaikka tutkimaan kuinka jokivedestä saadaan juomakelpoista.

Konteksteihin sidottu oppimisprosessi koostuu useista vaiheista.[38] Aluksi oppija vuorovaikuttaa kontekstin kanssa empiirisesti hyödyntäen jo olemassa olevaa tietämystään. Tämän jälkeen hän alkaa käsitteellistää havaittavaa todellisuutta hyödyntäen aiemmin oppimaansa. Nämä perinteisellä opetustavalla saadut tiedot nähdään tässä vaiheessa hyödyllisinä kyseisen tilanteen ratkaisemiseksi tai ne vastaavat oppijan mielenkiinnon tarpeisiin. Seuraavassa vaiheessa oppija hyödyntää käsitteitä ja teorioita vuorovaikuttaessaan reaalisen maailman kanssa esimerkiksi ratkaistakseen jonkin ongelman. Lopuksi saadut tulokset ja havainnot raportoidaan asianmukaisesti. Tällainen monivaiheinen lähestymistapa kehittää korkeamman asteen ajattelutaitoja kerryttäen samalla ainekohtaista osaamista.

Kontekstisidonnaista opetusta voi tulkita eri tavoin.[22] Eräs vääristä lähestymistavoista on valita jokin tietty konteksti ja kasata sen alle käsitteitä ja ilmiöitä, joita halutaan opettaa. Tämä ei kuitenkaan poikkea perinteisestä opetustavasta. Kontekstisidonnaisessa opetuksessa konteksti määrää sisällöt, jotka opitaan ”pitää-tietää”-periaatteella, eli vastaan tuleviin ongelmiin haetaan tiedot tarpeen mukaan. Esimerkiksi vedenpuhdistusta tutkittaessa oppilaat joutuvat etsimään tietoja ioneista ja niiden liukoisuuksista tilanteessa, jossa tiedolla on juuri sillä hetkellä merkitystä. Tällainen lähestymistapa kehittää oppilaiden käsitteiden hallintaa, tiedonhakua ja päättelykykyä.

Oppimateriaalien merkitystä oppilaille saadaan parannettua kun ne yhdistetään reaalimaailman esimerkkeihin ja jokapäiväisiin sovelluksiin.[30] Näin oppilailla on mahdollisuus ymmärtää tekemiensä tehtävien merkitykset itselleen ja ympäristölleen. Tehtävissä on suotavaa hyödyntää oppilaille entuudestaan tuntemattoman materiaalin analysointia, mikä mahdollistaa korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymisen.[9]

6.3 Opettajan ja oppilaan roolit kontekstisidonnaisessa oppimisessa

Kontekstisidonnainen opetus määrittää uudelleen oppijan ja opettajan roolit.[38] Oppiminen on mielenkiinnon ohjaamaa, jolloin oppija huomaa saavansa tekemisillään muitakin hyötyjä kuin pelkän hyväksytyn arvosanan. Oppiminen nähdään prosessina, jossa oppijan täytyy olla itse aktiivisesti mukana. Kun oppija on itse oman oppimiskokemuksensa keskuudessa, hänelle kertyy kokemusta oppimisesta ja samalla hän oppii oppimaan. Tällä tavoin hän siirtyy riippuvaisesta oppilaasta kohti itsenäistä toimijaa.

Kontekstisidonnaisuus siirtää opetusta pois opettajajohtoisesta kohti oppilaslähtöistä, jolloin se vaatii opettajilta täydellistä suunnan muutosta perinteiseen opetukseen verrattuna.[38] Opettajan rooli muuttuu faktojen ja teorioiden jakajasta henkilöksi, joka ohjaa ja helpottaa yhdenvertaisten oppijoiden omatoimisia tutkimuksia. Erot entisiin käytänteisiin ovat huomattavat, mutta tutkimustulokset kuitenkin kannustavat tähän muutokseen.[22]

6.4 Kontekstisidonnaisen opetuksen hyötyjä

Kontekstisidonnaisen opetuksen pääperiaatteena on tehdä opetettavista asioista oppijoille merkityksellisiä.[22] Niiden sisäistämistä auttavat tarkoitukseen suunnitellut oppimisympäristöt, joilla on yhteyksiä oppijoiden elämänkokemuksiin.[38] Opetuksessa aktivoiva lähestymistapa tekee oppimisesta sellaista, missä oppija itse pääsee tekemään sen sijaan, että oppimista vain tapahtuisi. Oppijat ovat myös motivoituneita tiedon hankintaan, sillä he pystyvät itse huomaamaan tietojen hyödyllisyyden ratkaisemalla niiden avulla käsillä olevia ongelmia. Tekemisen motivaatio on kiinnostuksesta peräisin, eikä rangaistuksen välttämiseen pohjautuvaa. Tietoa rakennetaan jo olemassa olevan tiedon päälle, joten oppimisella on myös itsetuntoa ja itsenäisyyttä kohottava vaikutus.

Kontekstisidonnaista opetusta käsittelevistä tutkimuksista on saatu tuloksia, joiden mukaan kontekstisidonnaisella opetustyylillä oppilaat saavuttavat perinteistä opetustyyliä vastaavan tieteellisen ymmärrystason.[22] Vähäistä näyttöä on siitä, että kontekstisidonnaisella

opetuksella oppilaiden ajattelutaidot paranevat. Paljon näyttöä on taas puolestaan siitä, että kontekstisidonnainen opetus parantaa oppilaiden asennoitumista koulun tiedetunneilla verrattuna perinteiseen opetustyyliin.

Australiassa tehdyissä kontekstisidonnaiseen fysiikan ja kemian opetukseen liittyvissä tutkimuksissa on havaittu, että oppilaat pystyivät yhdistämään omia kokemuksiaan käytettyihin konteksteihin.[22] Opettajat puolestaan pitivät tällaisen lähestymistavan etuina sitä, että asiat koettiin olennaisina ja motivaatio oli kasvanut. Näistä myönteisistä seikoista huolimatta opettajat olivat huolissaan oppilaiden vaikeuksista soveltaa opittuja asioita käytettyjen kontekstien ulkopuolella. Yksi ratkaisu tähän on käyttää erilaisia konteksteja, joissa esiintyy samoja keskeisiä asioita. Tämä kannustaa oppilaita käsitteiden siirtelyyn kontekstien välillä, mikä vahvistaa käsitteiden linkittymistä.

Perinteisellä käsitepainotteisella opetustavalla asiat voidaan käsitellä nopeasti, koska taustalla ei tarvitse tehdä tutkimustyötä.[22] Tällöin asiat saadaan tehtyä nopeasti, mutta varsinainen oppimisprosessi jää heikommaksi. Kontekstisidonnaisessa opetuksessa oppilaat toimivat itse tutkijoina asioiden parissa, jolloin saavutetaan erinäisiä etuja. Tutkimusten mukaan oppitunnilla tehtävät tutkimusaktiviteetit kohottavat oppilaiden mielenkiintoa luonnontieteitä kohtaan, rohkaisevat oppilaita esittämään kysymyksiä ja sitouttavat heitä tehtäviin. Asiasisältöjä ei käydä lävitse yhtä nopeasti kuin perinteisessä opetuksessa. ”Vähemmän on enemmän” -ajattelutavalla pyritään opettamaan vähemmän sisältöjä, mutta sisällöt valitaan oppilaita kiinnostaviksi, jolloin heidän katsotaan saavuttavan syvempää ymmärtämistä ja kehittävän korkeamman tason ajattelutaitojaan.[2]

Kontekstisidonnainen opetus tarjoaa oppilaille mahdollisuuden tutkia aihealuetta, suorittaa siihen liittyviä tutkimuksia ja perehtyä tarkemmin johonkin aiheeseen tai sisältöön.[22] Itsenäisen tiedonhaun aikana oppilaat tutustuvat myös sellaisiin käsitteisiin, jotka perinteisessä opetuksessa jäisivät mahdollisesti käsittelemättä. Kun oppilaat yhdistävät tunnilla opitut asiat heille oleellisiin konteksteihin, he ovat valmiita kertaamaan näitä asioita myös luokkahuoneen ulkopuolella. Perinteisessä opetuksessa koulun tiedeopetus voidaan helposti sivuuttaa, jos oppilas ei pysty yhdistämään koulun ja kodin tietoutta.

Kontekstisidonnainen oppiminen tavoittaa useamman oppilaan kuin perinteinen opetus ja saa heidät entistä kiinnostuneemmaksi ja aiempaa innokkaammaksi osallistumaan.[2] Se

tarjoaa oppilaille uuden tasa-arvoisen mahdollisuuden ilmaista omat ajatuksensa asian tiimoilta. Tämä puolestaan johtaa yleisen kiinnostuksen lisääntymiseen oppiainetta kohtaan.

6.5 Kontekstisidonnaisen opetuksen haasteita

Kontekstisidonnaisen opetusohjelman käyttöönotto ja oppimista varten tarvittavien kontekstien luominen ovat pitkälti opettajasta riippuvaisia.[40] Opettajan täytyy uuden opinto-ohjelman vuoksi kehittää uudenlaisia opetustapoja ja arviointimenetelmiä.[2]

Opettajien mukaan kontekstisidonnaisessa opetuksessa haasteina ovat oppilaiden ajattelutaitojen kehittäminen ja oppilaiden osaamisen arvioiminen.[2] Ajattelutaitojen kehittäminen koetaan haastavana, sillä se edellyttää opettajan käyttävän useita eri havainnointikeinoja kuten tekstejä, taulukoita, kuvaajia ja erilaisia malleja. Oppilaiden arvioiminen koettiin kuitenkin isompana haasteena. Opettajien mielestä arviointia on vaikea toteuttaa, koska he eivät voi ennustaa millaista tietoa oppilaat omaksuvat käytetyistä konteksteista.[40] Perinteisessä opetustavassa ”tiedon siirtäminen” tekee arvioinnista helppoa, sillä tällöin tiedetään mitä oppilaiden olisi pitänyt oppia.

Kontekstisidonnainen opetus edellyttää opettajalta muun muassa seuraavanlaisia valmiuksia:[40]

- Ymmärtää käytettävät kontekstit
- Osaa käsitellä konteksteja opetuksessa
- On halukas ja kyvykäs keskittymään opetuksessaan muuhunkin kuin opettajajohtoiseen opetukseen
- Osaa auttaa oppilaita heidän oppimisprosesseissaan
- Osaa hyödyntää oppimisympäristöä joustavasti opetuksen tarpeisiin
- On halukas ja kyvykäs tekemään reiluja ja kokonaisvaltaisia kokeita oppilaiden arviointiin
- On halukas ja kyvykäs puoltamaan ja esittämään kontekstilähtöisiä toteutustapoja muille opettajille

Edellä mainittujen valmiuksien lisäksi opettajien olisi hyvä noudattaa muitakin tehokkaan oppimisympäristön ja konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisia vaatimuksia.[40] Näihin kuuluvat esimerkiksi palautteen antaminen välittömästi, hyvät suhteet oppilaisiin ja oppijakeskeiset opetustavat.

6.6 Kontekstisidonnainen kemian opetus

Kontekstisidonnaista kemian opetusta hyödynnetään laajasti esimerkiksi Isossa-Britanniassa, Venäjällä ja USA:ssa.[13] Yleisyydestään ja väitetystä toimivuudestaan huolimatta sen vaikutuksista on tehty yllättävän vähän tutkimusta. On kuitenkin luultavaa, että muissa aineissa toimiva kontekstisidonnaisuus toimii myös kemian parissa.

Kontekstisidonnaisen kemian opiskelun pitää perustua oikean elämän haasteisiin ja ongelmiin ja siinä on oltava poikkitieteellisiä yhteyksiä.[2] Tämä tekee oppimisesta motivoivampaa ja kehittää oppilaiden kykyä käyttää kemiallista tietämystään omassa arkielämässään.[29] Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että jos oppilaat näkevät laboratoriotöiden kytkeytyvän ”oikeaan elämäänsä” ja tuntevat olevansa vastuusta niiden suorittamisesta, he ovat todennäköisemmin motivoituneempia ja menestyvämpiä tutkimassaan tieteen osa-alueessa.[22] Tämän vuoksi on tärkeää tehdä laboratoriotöiden tarkoitus selväksi, jotta oppilaat saavat kokonaisvaltaisen käsityksen oppimisestaan.

Kontekstisidonnainen kemian opetus voi keskittyä tieteellisiin sovellutuksiin tavalla, joka kehittää oppilaiden kykyä toimia vastuullisesti jokapäiväisessä elämässään.[22] Esimerkiksi vaarallisten aineiden yhteydessä voidaan helposti puhua kotitalouskemikaaleista. On tärkeää rohkaista oppilaita tekemään kysymyksiä arkipäivään liittyvistä kemian ilmiöistä, jotta he ymmärtävät kemiaa olevan luokkahuoneen ulkopuolellakin. Tällaista tietojen rinnastamista arkipäivän ilmiöihin korostetaan myös kemian opetussuunnitelmassa.[9]

Poikkitieteelliset kontekstit vaativat kemian aineenopettajalta myös oman ammattitaidon ulkopuolista osaamista, sillä niissä ei rajoituta pelkästään kemiaan vaan opetuksessa on otettava huomioon kokonaisuus.[2] Omat haasteensa luovat muun muassa tiedon tasojen

soveltaminen kemian ulkopuolisiin asioihin ja se, että osaa kemian aiheista on hyvin haastavaa esittää oppilaita kiinnostavalla tavalla. On vaikea kuvitella arkielämän tilannetta, jossa 14-vuotias kokisi tarvitsevansa jaksollista järjestelmää.[13]

7 Rikospaikkatutkinta kemian opetuksessa

Rikospaikkatutkinta on saanut näkyvyyttä ja saavuttanut suurta suosiota erilaisten viihteellisten rikospaikkatutkintaa kuvaavien televisiosarjojen ja elokuvien ansiosta[41]. Voidaan olettaa, että myös oppilaat katsovat näitä ja pitävät niitä kiehtovina[42]. Vaikka tällaiset käsikirjoitetut ja kuvitteelliset rikostutkinnat sisältävätkin paljon tieteellisiä epäkohtia, niistä syntynyttä mielenkiintoa voidaan kuitenkin hyödyntää opetuksessa[43].

7.1 Rikostutkinta

Rikospaikkatutkinnassa hyödynnetään niin sanottua rikostutkintaa (*forensic science*), joka soveltaa luonnontieteitä ja koostuu useita erilaisia tekniikoita hyödyntävistä menetelmistä[18]. Esimerkiksi kansainvälisen rikospoliisijärjestö Interpolin kolmen vuoden välein järjestettävissä rikostutkintaa koskevissa tapahtumissa (*Interpol Forensic Science Symposium*) rikostutkinta luokitellaan 17 eri osa-alueeseen:

1. Huumeet
2. Toksikologia
3. DNA
4. Räjähteet
5. Karvat ja kuidut
6. Maali- ja lasihiukkaset
7. Maaperäanalyysit

8. Palotutkimukset
9. Asetutkimukset
10. Jäljet
11. Oikeudellinen käsialanvertailu
12. Asiakirjatutkimukset
13. Äänianalyysi
14. Tietotekniikkarikokset
15. Rikospaikkatutkinta
16. Uudet menetelmät ja tekniikat
17. Muut tutkimusalueet

Muutamat osa-alueet, kuten huumeet ja toksikologia, liittyvät suoraan kemiaan ja sen sovelluksiin.[18]. Näissä hyödynnetään kromatografisia menetelmiä näytteen komponenttien erottamiseen ja tunnistukseen käytetään spektrometriaa. Käytettäviä menetelmiä ovat esimerkiksi korkean erotuskyvyn nestekromatografia, kokaiinin jäänteiden tunnistus rahoista kaasukromatografia-massaspektrometrialla, arsenikkimyrkytysten tutkiminen atomiabsorptiospektroskopialla ja hengityksen alkoholipitoisuuden määritys Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopialla.[44]

Myös muissa osa-alueissa hyödynnetään kemiaan liittyviä menetelmiä.[18] Sormenjälkitutkimuksissa hyödynnetään yleisesti ninhydriiniä, joka reagoi sormenjäljessä olevien aminohappojen kanssa värjäten jäljen purppuranpunaiseksi. DNA-tutkimuksissa rikospaikalta saatavat näytteet ovat usein liian pieniä tutkittavaksi, sillä analyysitekniikoiden herkkyys ei riitä. Kemiallinen polymeraasiketjureaktio jäljittelee luonnollisessa solunjakautumisessa tapahtuvaa DNA:n monistumista, jolloin sen avulla voidaan valmistaa alkuperäisen näytteen kanssa identtistä DNA:ta tutkimuksia varten. Kuitututkimuksissa voidaan määrittää kuidun sulamispiste ja kuitujen väliseen värin ja rakenteen vertailuun käytetään spektrometrisia menetelmiä. Lasitutkimuksissa lasin alkuainekoostumusta voidaan tutkia elektronimikroskooppiin liitetyllä röntgenanalysaattorilla. Maalitutkimuksissa hyödynnetään myös elektronimikroskooppiin liitettyä röntgenanalysaattoria maalin väripigmenttien alkuaineanalyysiin ja muuhun kemiallisen rakenteen tarkasteluun hyödynnetään Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopiaa ja pyrolyysi-kaasukromatografiaa. Asetutkimuksissa ammuskelusta jälkeen jäävien,

patruunan nallista peräisin olevien, ruutisavujäämien kemiallista koostumusta voidaan tutkia atomiabsorptiospektrometrilla tai elektronimikroskooppiin liitetyllä röntgenmikroanalysaattorilla. Palonsyytutkimuksissa palojätteen joukosta voidaan analysoida bensiinin, polttoöljyn ja muiden haihtuvien nesteiden jäämiä kaasukromatografisesti tai kaasukromatografia-massaspektrometria-yhdistelmätekniikalla. Näiden esimerkkien nojalla voidaan todeta, että kemialla on keskeinen rooli rikospaikkatutkinnassa.

Monipuolisilla yhteyksillään rikostutkintaan kemialla on hyvät mahdollisuudet hyödyntää rikospaikkatutkimusta opetuksen kontekstina.[18] Perinteisesti eräs opetuksen keskeisimmistä haasteista on ollut saada oppilaat kiinnostumaan opetettavasta asiasta[45]. Opettajajohtoinen luennointi, ulkoa oppiminen ja tietyn kaavan mukaiset ongelmanratkaisumallit ovat saattaneet jopa estää oppilaita lähestymästä ongelmia tutkivalla tieteellisellä lähestymistavalla.[46] Opettamalla asioita rikospaikkatutkinnan kontekstissa oppilaille tarjotaan mukaansatempaava kokemus, joka antaa mahdollisuuden toimia merkityksellisessä ja käytännön elämään liittyvässä tilanteessa[47]. Tällaisen rikospaikkatutkinnan kontekstin soveltamisen hyödyt, varsinkin kemian opetukselle, ovatkin olleet jo pitkään tiedossa[41].

7.2 Rikospaikkatutkinnan hyödyntäminen opetuksessa

Taulukkoon 2 on koottu kirjallisuudesta löytyneitä julkaisuja siitä, miten rikospaikkatutkinnan kontekstia on hyödynnetty kemian opetuksessa. Julkaisuista nostettiin esille kontekstisidonnaisen opetuksen toteutustapa, toteutukseen käytetty aika, kohderyhmä ja käytetyiksi mainitut kemialliset menetelmät.

Suurin osa toteutuksista liittyi eritasoisten oppilaitosten laboratoriotyöskentelyyn. Rikospaikkatutkimuksen kontekstilla järjestettiin ainakin yksi kokonainen laboratoriokurssi[48], mutta useimmat rikospaikkatutkimukset liitettiin osaksi jo olemassa olevia laboratoriotyöskentelyitä[44, 45, 49-51]. Kaksi toteutusta oli omaan tahtiin tehtäviä

lisätutkimuksia[46, 52], yksi järjestettiin rastityöskentelynä[43] ja neljä toteutettiin suuremmassa mittakaavassa kahtena leirinä[42, 53] ja yhtenä työpajana[47] sekä yliopiston kurssina[41].

Toteutustapojen monipuolisuudesta johtuen niiden ajankäytössä oli suuria eroja. Kurssit ja osa laboratoriotyöskentelyistä kesti useita viikkoja muiden kestäessä muutamista päivistä viikkoon. Kestoltaan pisin oli 10 viikon laboratoriokurssi[48], mutta sisällöllisesti laajin oli 35 tunnin aikataulullaan 7 viikon yliopistokurssi.[41] Kestoltaan lyhin oli yksittäinen laboratoriotyö, jonka suorittamiseen varattiin aikaa kaksi tuntia.[49]

Melkein kaikissa julkaisuissa kontekstisidonnaisen opetuksen kohderyhmänä olivat ala- ja yläkoulun oppilaat tai korkeakoulujen opiskelijat. Ainoa poikkeus oli työpaja, joka kohdennettiin opettajaksi opiskeleville mutta myös virassa toimiville opettajille ja kurssien järjestäjille.[47] Korkeakoulujen opiskelijoiden kohdalla useat toteutukset oli suunnattu yliopistollista perustutkintoa suorittaville ja etenkin analyyttisen kemian opiskelijoille.

Kemian asiasisällöissä ja menetelmissä oli paljon vaihtelua, mikä johtui vaihtelevista toteutustavoista ja kohderyhmistä. Alemmilla luokka-asteilla ja muualla kuin laboratoriotiloissa tehdyissä toteutuksissa hyödynnettiin kohderyhmän tietotasoon soveltuvia menetelmiä, kuten erilaisia osoituskokeita. Kemian laboratorioissa ja korkeakouluopiskelijoiden tapauksessa pystyttiin puolestaan hyödyntämään monimutkaisempia menetelmiä, kuten lukuisia spektroskopian ja kromatografian muotoja.

Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin kolmesta taulukossa mainitusta kestoltaan, kohderyhmältään ja toteutustavaltaan poikkeavasta rikospaikkatutkinnan sovelluksesta. Tavoitteena on tarkastella, miten erilaisilla tavoilla rikospaikkatutkinnan kontekstia voidaan hyödyntää kemian opetuksessa.

Taulukko 2: Rikospaikkatutkinnan soveltamistapoja kemian opetuksessa. Käytetyt lyhenteet: HPLC = korkean erotuskyvyn nestekromatografia, GC = kaasukromatografia, LC = nestekromatografia. AAS = atomiabsorptiospektroskopia SEM = pyyhkäisyelektronimikroskooppi, TLC = ohutkerroskromatografia, MS = massaspektroskopia, UV-Vis = UV-näkyvän valon spektroskopia, PCR = polymeraasiketjureaktio, pH = happamuuden tutkinta, ATR-FTIR = heikentynyt kokonaisheijastus-Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopia. ICP-MS = induktiivinen plasma-massaspektroskopia, XRF = röntgenfluoresenssispektroskopia

Viite	Toteutustapa	Kesto	Kohderyhmä	Kemian sisältöjä ja menetelmiä
[44]	Toteutettiin analyyttisen kemian laboratoriokurssin viimeisillä viikoilla	2 viikkoa (2 x 2h 45 min + 1h)	Yliopistollista perustutkintoa suorittavat analyyttisen kemian opiskelijat	HPLC, GC, MS
[49]	Laboratoriotyö	2 tuntia	Yläasteen ja lukion oppilaat sekä yliopiston ensimmäisen vuoden opiskelijat	LC
[48]	Laboratoriokurssi	10 viikkoa (10 x 3h + 3h)	Ensimmäisen ja toisen vuoden yliopisto-opiskelijat	AAS, SEM, pH, TLC
[51]	Laboratoriotyöskentelyä	2 viikkoa	Korkeakouluopiskelijat	GC, MS
[53]	Kesäleiri	4 päivää	Yläaste- ja lukioikäiset oppilaat	lakmustesti, PCR, HPLC, TLC,
[47]	Työpaja	1 viikko	Kurssien järjestäjät ja tulevat opettajat	GC, MS, ATR−FTIR, TLC, PCR
[50]	Laboratoriotyöskentelyä	4 viikkoa	Yliopistollista perustutkintoa suorittavat analyyttisen kemian opiskelijat	HPLC, AAS, XRF, FTIR,
[43]	Rastityöskentelyä	1 päivä	10 – 14-vuotiaat oppilaat	metallien, tärkkelyksen ja veren osoituskokeet, pH, TLC
[46]	Itsenäinen kotitehtävä	2 päivää	Yliopistollista perustutkintoa suorittavat analyyttisen kemian opiskelijat	Datan analysointia
[45]	Analyyttisen kemian laboratoriotyö	4 tuntia	Yliopiston kolmannen vuoden analyyttisen kemian opiskelijat	HPLC, UV-Vis,
[42]	Tiedeleiri	1 viikko	16–19-vuotiaat yläkoulun oppilaat	TLC, liukoisuus, osoituskokeita
[52]	Kurssin ohessa tehtävä lisätutkimus	17 tuntia	Yliopiston kemian opiskelijat	XRF, AAS, FTIR, ICP-MS, GC,
[41]	Yliopistokurssi	7 viikkoa (28 x 75 min)	Yliopistollista perustutkintoa suorittavat opiskelijat	TLC, FTIR, GC, MS

7.2.1 Rikospaikkatutkimus osana kemian laboratoriokurssia

Analyyttisen kemian laboratoriokurssiin sisällytettiin rikospaikkatutkimuskontekstilla toteutettu ongelmanratkaisuharjoitus.[44] Harjoituksessa oppilaat löysivät laboratoriotilasta ruumiin ja sen ympärillä olevat esineet, joiden perusteella heidän täytyi selvittää, oliko kyseessä onnettomuus vai rikos. Harjoituksen suorittamiseen varattiin kurssin kaksi viimeistä viikkoa tarkoituksena tehdä viikoittain laboratoriotyöskentelyä 2 tuntia ja 45 minuuttia sekä laboratorion ulkopuolista työskentelyä kahden viikon aikana yhteensä alle tunti.

Oppilaat tiesivät etukäteen, että viimeiset viikot toteutetaan normaalista poikkeavalla tavalla.[44] Rikospaikkatutkimus alkoi, kun kurssin ulkopuolinen oppilas kiiruhti kesken oppitunnin ilmoittamaan, että laboratoriossa oli tapahtunut jotakin. Opettaja johdatti kurssilaiset laboratorioon, josta löytyi ruumis ja analysoitavia esineitä. Vainajan ympäriltä löytyi suljetussa pussissa olevaa valkoista jauhetta, merkitsemätön pullo oljenväristä juomaa ja purkillinen pillereitä. Lisäksi laboratorio oli täynnä sormenjälkiä.

Toteutusta varten oppilaat jaettiin pienryhmiin, joista jokaiselle annettiin tutkittavaksi yksi rikospaikalta löytynyt todiste.[44] Ensimmäinen viikko käytettiin todistusaineiston analysoimiseen, ja sen aikana oppilaat saivat tapahtuneesta kuvitteellisia poliisiraportteja. Pillereitä analysoidessa niistä eristettiin lääkevaikutukselliset yhdisteet metanolin avulla ja niitä tutkittiin korkean erotuskyvyn nestekromatografialla. Saatuja tuloksia verrattiin tunnettuihin yhdisteisiin. Valkoiselle jauheelle tehtiin ensin alustava kokaiinin osoituskoe, joka antoi väärän positiivisen tuloksen, jauheen ollessa difenhydramiinia. Analyysia varten jauhe vaihdettiin hyvin laimeaan kokaiiniliuokseen ja tutkimus suoritettiin yhdistetyllä kaasukromatografia-massaspektrometrillä. Oljenvärisen juoman analysoinnissa käytettiin kaasukromatografia ja tulosta verrattiin standardina käytettyyn etanolia sisältävään liuokseen.

Ensimmäisen viikon jälkeen oppilasryhmät kokoontuivat keskenään keskustelemaan saamistaan tuloksista.[44] Omien tutkimustensa lisäksi heillä oli vielä mahdollisuus pyytää kuvitteelliselta rikoslaboratoriolta lisätutkimuksia valitsemalla annetusta listasta tutkimus ja siihen sopiva laitteisto.

Jälkimmäisellä viikolla oppilaat lähettivät tutkimuspyyntöjä kuvitteelliseen ruumiinavaukseen.[44] Loppuaika käytettiin tietokoneluokassa, jossa oppilaat valmistelivat raporttejaan ja analysoivat Internetin avustuksella ruumiinavauksesta saatuja tuloksia. Rikospaikkatutkinnan lopuksi oppilasryhmät esittivät toisilleen näkemyksensä mahdollisesta kuolinsyystä, epäillyistä ja siitä, onko mahdollista oikeudenkäyntiä varten riittävästi todisteita.

Koko rikospaikkatutkimuksen ajan oppilaita kannustettiin miettimään sopivia menetelmiä ongelmien ratkaisemiseen. Työskentelyn edetessä he oppivat näytteiden käsittelyä ja huolellisen työskentelyn tärkeyttä, ymmärsivät näytteiden saastumisesta aiheutuvia ongelmia ja oppivat tekemään eron pikatestin ja vahvistavan tutkimuksen välille.[44]

Tapausta esittelevän julkaisun mukaan tällainen toteutustapa kehittää oppilaita monilla osa-alueilla.[44] Analyysimenetelmien hallinta kehittyy kun oppilaat pääsevät itse käyttämään niitä, mutta myös silloin, kun oppilaat lähettävät pyyntöjä toivotuista tutkimuksista ja niihin käytettävistä menetelmistä kuviteltuihin rikoslaboratorioon ja ruumiinavaukseen. Oppilaiden tulkintataidot puolestaan kehittyvät, kun he joutuvat tulkitsemaan edellä mainituista kuvitelluista paikoista saatuja tuloksia. Ryhmätyöskentelyn katsotaan kehittävän oppilaiden henkilötaitoja ja ryhmien välisen tulosten jakamisen sekä lopussa pidettävän esityksen heidän kommunikointitaitojaan. Lisäksi kun toteutus jätetään viimeisille viikoille, oppilaat pääsevät kertaamaan kurssilla aiemmin oppimiaan taitoja.

Rikospaikkatutkimuksen kontekstin hyödyntäminen kurssilla näytti kasvattavan suuresti oppilaiden innostuneisuutta ja osallistumishalukkuutta.[44] Oppilaat sitoutuivat ongelman ratkaisemiseen voimakkaasti ja käyttivät vapaaehtoisesti paljon aikaa asian itsenäiseen tutkimiseen.

Oppilaille järjestettiin heidän tekemästään aktiviteetista kysely, jonka 11 vastaajan tuloksien keskiarvot ja keskihajonnat ovat esitettyinä taulukossa 3.[44] Tekstin sujuvoittamiseksi tulokset esitetään tekstissä sulkeiden sisällä muodossa keskiarvo ± keskihajonta.

Taulukko 3: Oppilaiden vastaukset laboratoriokurssilla järjestettyä rikospaikkatutkintaa koskevaan kyselyyn.[44] Taulukossa esitettyinä vastausten lukumäärät (number of responses), keskiarvot (mean), keskihajonnat (standard deviation) ja tyyppiarvot (mode). Vastausasteikko 1-5, jossa 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = neutraali kanta, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä, ellei toisin mainittu

Question	Number of Responses	Mean	Standard Deviation	Mode
This experiment helped me to develop my data interpretation skills	11	4.91	0.30	5
This experiment helped me to develop my laboratory skills	11	4.73	0.64	5
I found this to be an interesting experiment	11	5.00	0	5
It was clear to me how this laboratory exercise would be assessed	11	4.36	0.92	5
It was clear to me what I was expected to learn from completing this experiment	11	4.73	0.47	5
Completing this experiment has increased my understanding of chemistry	11	4.64	0.50	5
Sufficient background information, of an appropriate standard, is provided in the introduction	11	4.45	0.69	5
The demonstrators offered effective supervision and guidance	11	4.73	0.90	5
The experimental procedure was clearly explained in the lab manual or notes	11	3.91	1.04	5
I can see the relevance of this experiment to my chemistry studies	10	5.00	0	5
Working in a team to complete this experiment was beneficial	11	4.91	0.30	5
The experiment provided my with the opportunity to take responsibility for my own learning	11	5	0	5
I found that the time available to complete this experiment was … (1 too much, 2 very adequate, 3 adequate, 4 inadequate, 5 very inadequate)	11	2.73	0.47	3
Overall, as a learning experience, I would rate this experiment as … (1 very poor, 2 poor, 3 OK, 4 good, 5 very good)	11	4.63	0.50	5

Kaikki vastaajat kertoivat rikospaikkatutkimuksen olleen mielenkiintoista (5,00 ± 0,00) ja he arvioivatkin sen hyväksi oppimiskokemukseksi (4,63 ± 0,50). Vastaajien mukaan oppimistavoitteet olivat selkeästi tiedossa (4,73 ± 0,47) ja he kertoivat rikospaikkatutkinnan myös kehittäneen heidän kemian ymmärrystään (4,64 ± 0,50). Rikospaikkatutkinnan suorittaminen ryhmätyöskentelynä mainittiin hyödylliseksi (4,91 ± 0,30).

7.2.2 Rikospaikkatutkimus tiedeleirin teemana

Kesällä 2011 järjestettiin Tanskassa 16–19-vuotiaille yläkoululaisille ja lukiolaisille viikon mittainen poikkitieteellinen rikospaikkatutkimusteemainen tiedeleiri.[42] Leirille osallistui 45 oppilasta ja opiskelijaa ja sen vetäjinä toimivat vapaa-ehtoiset yliopisto-opiskelijat ja tutkijat, joilla ei ollut virallista opettajankoulutusta. Leirin päätavoitteena oli tutustuttaa osallistuja luonnontieteen luonteeseen ja siihen, miten tutkijat työskentelevät.

Leiri suunniteltiin kehittämään ymmärrystä tieteellisistä metodeista ja siitä, miten tieteissä hyödynnetään tutkimus- ja ongelmanratkaisulähtöisiä lähestymistapoja.[42] Tavoitteena oli, että osallistujat ymmärtäisivät joidenkin rikostutkinnassa hyödynnettyjen luonnontieteiden – biologian, fysiikan ja kemian – perustekniikoita ja että he oppisivat tutkimuksen tekemiseen liittyviä taitoja kuten havaintojen ja hypoteesien tekemistä, kokeiden tekemistä hypoteesien vahvistamiseksi sekä kokeista saatavien tulosten keräämistä, analysointia ja tulkintaa. Näiden tavoitteiden toteutumista ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa selvitetty millään tavalla.

Tiedeleirillä hyödynnettiin vahvasti tarinankerronnallista lähestymistapaa.[42] Osallistujille kerrottiin lähistöllä tapahtuneista epäilyttävistä sairauskohtauksista ja siitä, että poliisi oli pyytänyt heitä tutkimaan asiaa. Osallistujat jaettiin patologeihin, rikoskemisteihin ja rikospaikkatutkijoihin, joista kukin ryhmä edusti tarinaan sopivaa roolia. Todisteiden käsittelyä varten leiriläisten tuli täyttää salassapitosopimus, minkä tarkoituksena oli luoda todellista tilannetta vastaavaa tunnelmaa.

Tiedeleirin seitsemästä päivästä kolme käytettiin varsinaiseen rikospaikkatutkintaan.[42] Niistä jokainen alkoi lyhyellä alustuksella päivän aiheesta, minkä jälkeen osallistujat jaettiin ryhmiin, jotka saivat rooliansa vastaavan aineiston. Työskentelyssä painotettiin ryhmän sisäistä yhteistyötä ja luovaa ongelmanratkaisua. Jokaista ryhmää valvoi ja ohjasi kolme leirin järjestäjää, jotka myös omaksuivat käytettävän roolin. Tutkimusten valmistuttua ryhmät käsittelivät saamansa tulokset ensin ryhmän sisällä ohjaajien johdolla, minkä jälkeen jokaisen ryhmän tulokset esitettiin muille.

Eräs ratkaistava tapaus liittyi tunnetun lääkkeiden väärinkäyttäjän ja rikollisen kuolemaan.[42] Rikoskemistien ryhmä sai tutkittavakseen ruumiin luota löydetyt lääkkeet sekä vainajan veri- ja virtsanäytteet. Ennen tutkimuksia heille pidettiin tunnin mittainen teoriaosuus, joka käsitteli analyyttista kemiaa, ohutkerroskromatografiaa, funktionaalisia ryhmiä, polaarisuutta, affiniteettia ja liukoisuutta. Tutkimuksessa ryhmäläiset yrittivät tunnistaa lääkeaineet ohutkerroskromatografian avulla käyttämällä useita eri ajoliuoksia. Kun oletus mahdollisesta lääkeaineesta saatiin, epäily pyrittiin vahvistamaan jatkotutkimuksen avulla. Oppilaiden tekemiä jatkotutkimuksia olivat:

- Tutkimus liukoisuudesta veteen, alkoholiin, suolahappoliuokseen ja natriumhydroksidiliuokseen.
- Tutkimus karboksyylihapoista havainnoimalla mahdollista kaasun muodostumista natriumvetykarbonaattiliuoksen kanssa.
- Tutkimus karbonyyliryhmästä, osoitusreaktio 2,4-dinitrohydratsiinin avulla.
- Tutkimus estereistä, osoitusreaktio natriumhydroksidin avulla.
- Tutkimus alkoholeista, osoitusreaktio kaliumdikromaatin avulla.
- Tutkimus aldehydeistä, osoitusreaktio Tollensin reagenssin avulla.

Tutkimuksista saatujen positiivisten ja negatiivisten tulosten avulla keskusteltiin tutkimuksen kohteena olleiden yhdisteiden kemiallisista ja lääkinnällisistä vaikutuksista.[42]

Kaikki tiedeleirille osallistuneet kertoivat pitäneensä leiristä.[42] Kyselyyn vastanneista 80 % kertoi pitäneensä leiristä todella paljon ja loput 20 % pitäneensä leiristä. 83 % vastaajista kertoi saaneensa tulevaa uraansa hyödyttäviä taitoja joko täysin tai ainakin osittain. 36 % vastaajista kertoi olevansa vahvasti samaa mieltä ja 48 % osittain samaa mieltä siitä, että he oppivat kemian sisältöjä tiedeleiristä.

7.2.3 Rikospaikkatutkimus yliopistokurssin kontekstina

Viisi maisterintutkintoa suorittavaa yliopisto-opiskelijaa kehitti professorin johdolla rikospaikkatutkintaan ja sen tieteellisiin periaatteisiin liittyvän yliopistotason kemian kurssin.[41] Kurssin toteuttamisen ideana oli tarjota suunnittelijoille pedagogista harjoitusta opintojen jälkeiseen työelämään. Kurssi oli suunnattu perustutkintoa suorittaville opiskelijoille ja sen teemaksi valittiin rikospaikkatutkimus, koska sen ajateltiin herättävän eniten mielenkiintoa kurssilaisissa.

Kurssi koostui kuvassa 5 esitetyistä 28 oppitunnista, joiden kesto oli 75 minuuttia.[41] Sen tarkoituksena oli hyödyntää monipuolisesti opetusmenetelmiä ja aktivoida osallistujia, joten se sisälsi perinteisten luentojen lisäksi keskustelua, demonstraatioita, laboratoriotyöskentelyä, vierailijoita, opiskelijoiden tekemiä esityksiä ja kurssin päättävän kuvitteellisen rikospaikkatutkinnan. Luennoilla käsiteltiin keskeisiä rikospaikkatutkintaan liittyviä tieteellisiä periaatteita ja sovelluksia sekä rikostutkinnan ja yhteiskunnan välistä suhdetta.

Topic/Activity	Content of Each Class Period
Criminalistics	1. Evaluating the crime scene 2. Inside the crime laboratory 3. CSI effect 4. Lab: Searching Forensic Literature
Physical Evaluation of Evidence	5. Fingerprints and impressions 6. Comparison of physical evidence 7. Blood stain pattern analysis and firearms 8. Case study: Evidence and Deductive Reasoning
Inorganic Chemistry in Forensic Science	9. Periodic table 10. Spectroscopy and radiation 11. Chemical reactions 12. Lab: Metal Residue Testing
Organic Chemistry in Forensic Science	13. Introduction to organic chemistry 14. Analytical techniques 15. Drugs and toxicology 16. Lab: Identification of an Unknown White Powder
Biochemistry in Forensic Science	17. Hair and forensic entomology 18. Forensic serology 19. DNA 20. Case study: Biological Evidence and the O. J. Simpson Trial
Student Presentations	21–25. Student-selected presentation topics
Mock Criminal Investigation	26. Background of case and request evidence 27. Laboratory analysis of evidence 28. Final investigation and analysis

Kuva 5: Kurssin asiasisältö.[41]

Kurssin oppimistavoitteiden mukaan kurssin suoritettuaan opiskelijat osaisivat:[41]

- Määritellä, selittää ja käyttää yleisiä termejä ja käsitteitä rikostutkintaan ja siihen sisältyvään kemiaan liittyen.
- Tunnistaa keskeisimmät kemialliset käsitteet.
- Löytää rikoskemiaan liittyvää kirjallisuutta.
- Esittää rikostutkintaan liittyviä aiheita tieteen, teknologian ja yhteiskunnan näkökulmasta.

- Kerätä näytteitä rikospaikalta, hyödyntää yksinkertaisia kemiallisia menetelmiä näytteiden analysoimiseen ja kirjoittaa eheä ja looginen raportti tehdystä rikospaikkatutkinnasta.

Kurssilla käsiteltiin kemian sisältöjä kattavasti ja niihin käytettiin suurin osa oppitunneista.[41] Kemian osa-alueista kurssilla käsiteltiin epäorgaanista, orgaanista ja biokemiaa, joista jokaiseen käytettiin neljä oppituntia.

Epäorgaanisessa kemiassa keskityttiin alkuaineanalyysiin ja spektroskopiaan.[41] Käsiteltäviä sisältöjä olivat atomin rakenne, alkuaineiden erot, jaksollinen järjestelmä, sähkömagneettinen säteily, absorptio- ja emissiospektri, atomiytimen hajoaminen ja radioaktiivinen säteily sekä metallien osalta kristallografia, hapetus- ja pelkistysreaktiot ja kemiallinen reaktiivisuus.

Orgaanisessa kemiassa kerrottiin sen tärkeydestä biologisille systeemeille.[41] Opittavia sisältöjä olivat stereokemia, liukoisuus, yleisimpien huumausaineiden rakenteet, veren alkoholipitoisuuden määrittäminen, huumetestit ja analyysimenetelmistä kromatografia, massaspektrometria, ydinmagneettinen resonanssi ja spektrofotometria.

Luennot päättyivät biokemiaan. Siinä opeteltiin tunnistamaan erilaisia biologisia fluideja niiden ominaisuuksien perusteella.[41] Opetuksessa käytettynä esimerkkinä näytettiin, kuinka verijälkiä voidaan visualisoida kemiallisesti luminolin avulla. Muita aiheita olivat perinnöllisyys ja biologisten näytteiden käyttö henkilön tunnistamiseen.

Kurssi päättyi ryhmässä tehtävään rikospaikkatutkintaan, jossa opiskelijat hyödynsivät kurssilla käytyjä asioita.[41] Todistusaineistojen analysointiin käytettiin ohutkerros- ja kaasukromatografiaa sekä Fourier infrapuna- ja UV-Vis-spektroskopiaa.

Kurssi järjestettiin kahtena peräkkäisenä vuotena.[41] Opiskelijoita pyydettiin molemmilla kerroilla antamaan kurssista palautetta, josta saatuja tuloksia on koottu taulukkoon 4. Tekstin sujuvoittamiseksi tulokset esitetään tekstissä peräkkäisiltä vuosilta sulkeiden sisällä muodossa keskiarvo ± keskihajonta.

Taulukko 4: Opiskelijoiden tekemän arvioinnin keskiarvot ja keskihajonnat yliopistokurssista molemmilta vuosilta.[41] Vastausasteikko: 1-5, jossa 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = neutraali kanta, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

Questions	Average	
	2006	2007
Quality of this course	4.63 (0.62)	4.67 (0.49)
Quality of the instruction	4.54 (0.64)	4.64 (0.51)
Intellectual stimulation	3.93 (0.96)	4.17 (0.71)
Participation in class discussion was encouraged.	4.06 (1.12)	4.56 (0.79)
Gaining factual knowledge	4.25 (0.77)	4.76 (0.46)
Understanding fundamental concepts and principles	4.07 (0.89)	4.41 (0.62)
Learning to apply knowledge, concepts, principles, or theories to a specific situation or problem	4.67 (0.62)	4.47 (0.51)
Learning to analyze ideas, arguments, and points of view	4.46 (0.78)	4.53 (0.63)
Learning to synthesize and integrate knowledge	4.06 (1.06)	4.44 (0.51)
Learning to conduct inquiry through methods of the field	4.69 (0.60)	4.75 (0.45)
Learning to evaluate the merits of ideas and comparing claims	4.08 (0.86)	4.63 (0.62)
Developing skills in oral expression	3.60 (1.12)	4.41 (0.81)
Developing writing skills	3.31 (0.85)	4.06 (1.00)

Opiskelijat kertoivat kurssin olleen laadukas molemmilla järjestyskerroilla (4,63 ± 0,62; 4,67 ± 0,49).[41] Vastausten mukaan kurssi herätti ajattelua (3,93 ± 0,96; 4,17 ± 0,71) ja samalla opittiin asiasisältöä (4,25 ± 0,77; 4,76 ± 0,46). Lisäksi he opiskelijat kertoivat

oppineensa ideoiden analysointia (4,46 ± 0,78; 4,53 ± 0,63) ja tiedon soveltamista ongelmatilanteisiin (4,67 ± 0,62; 4,47 ± 0,51).

7.2.4 Koonti rikospaikkatutkimusta hyödyntävistä toteutustavoista

Taulukossa 2 annettujen esimerkkien mukaisesti rikospaikkatutkimuksen kontekstia on hyödynnetty kemian opetuksessa useilla eri tavoilla, joilla on saatu aikaan kohderyhmiltään, kestoiltaan ja asiasisällöiltään erilaisia toteutuksia.

Jokaisessa kolmessa lähemmin tarkastellussa toteutustavassa pyrittiin opettamaan sekä kemian asiasisältöjä että yleisempiä tieteen tekemiseen liittyviä taitoja, kuten havainnointi- ja tulkintataitoja.[41, 42, 44] Kaksi näistä oli opiskelijoiden järjestämiä. Tiedeleiri oli vapaaehtoisten opiskelijoiden ja tutkijoiden järjestämä ja yliopistokurssi maisterinvaiheen opintoja tekevien opiskelijoiden suunnittelema ja toteuttama. Jokaisen kohdalla enemmistö palautekyselyyn vastanneista kertoi pitäneensä ja oppineensa toteutuksesta.

KOKEELLINEN OSA

8 Tutkimuksen toteutus

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kontekstisidonnaisen kemian kokeellisen opetuksen tarjoamia mahdollisuuksia kemian opetuksessa. Kokeellinen osa toteutettiin alkuvuodesta 2017 Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella, missä tutkimuksen kohteena oli kemian laitoksen opettajankoulutuksen järjestämän kurssin (KEMS704: Laboratoriotyöt kemian opetuksessa) ohessa pidetyt oppilasvierailut. Oppilasvierailuita oli yhteensä neljä ja ne järjestettiin 10.3., 14.3., 16.3 ja 4.4.2017.

Oppilasvierailut toteutettiin rikospaikkatutkimuksen kontekstilla ja niiden suunnittelun ja toteutuksen järjestivät kurssilla olleet yliopiston opiskelijat. Suunniteltujen rikospaikkatutkimusten keskeisinä piirteinä olivat taustatarina tapahtuneesta rikoksesta, rikoksesta epäiltyjen henkilöiden kuvaukset ja rikokseen liittyvät näytteet, joiden analysoiminen muodosti oppilaiden kokeellisen työskentelyn. Liitteenä on esimerkin vuoksi yhden opiskelijaryhmän suunnittelema kokonaisuus (liite 1). Käytännössä oppilaat työskentelivät kemian laboratoriotiloissa 2–3 tuntia ratkoen kuvitteellista rikosta rastityöskentelyn merkeissä.

9 Tutkimuskysymykset

Tutkimusta ohjasivat seuraavat kaksi tutkimuskysymystä:

1) Mitä rikospaikkatutkimus kontekstina tarjoaa kemian opetukselle?
2) Mitä tällaiseen rikospaikkatutkimus-kontekstin pohjalta tehtyyn projektiin osallistuneet henkilöt ajattelevat sen toimivuudesta?

10 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen luonteen ja erityisesti tutkimuskysymyksen 2 takia käytettiin useita tiedonhankintamenetelmiä, jotka esitellään seuraavaksi.

10.1 Oppilaiden kyselytutkimus

Oppilaiden kyselytutkimusta varten tehty kyselylomake (liite 2) koostui kolmesta erillisestä osiosta. Kyselylomakkeen ensimmäisessä osassa esitettiin oppilaille kysymyksiä oppilasvierailusta. Näiden kysymysten tarkoituksena oli kerätä tietoa siitä, miten oppilaat kokivat tekemänsä. Suurin osa näistä kysymyksistä oli avoimia kysymyksiä, jolloin vastausten analysointiin sovellettiin sisällönanalyysia. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissa tutkimusaineiston joukosta etsitään tutkimuksen kannalta oleellisia asioita, jotka tiivistetään käytettävään muotoon. Tämän jälkeen aineisto ryhmitellään etsien samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Ryhmittelyn jälkeen jokaiselle ryhmälle annetaan yläluokka, joka kuvaa sen sisältämiä aineistoja.

Kyselylomakkeen toisessa osassa oppilaat ottivat kantaa Likert-asteikollisiin (1–5) väittämiin liittyen kemian työtapoihin ja kemiaan yleisesti. Ensimmäisenä oli kemian työtapojen arviointi. Tässä arviointiasteikon 5 edusti korkeinta arvosanaa ja 1 alinta. Arvioitavia työtapoja oli yhteensä 13, joista yhtenä työtapana oli rikospaikkatutkimus. Tällä kyselyllä pyrittiin saamaan selville, miten oppilaat kokevat erilaiset kemian työtavat ja miten rikospaikkatutkimus sijoittuu muihin työtapoihin nähden. Työtapojen arvioinnin jälkeen oli kemiaan liittyvien väittämien arviointi. Tässä arviointiasteikon 5 edusti ”täysin samaa mieltä” ja 1 ”täysin eri mieltä”. Väittämiä oli yhteensä 11 ja niillä pyrittiin saamaan käsitystä oppilaiden asenteista kemian opiskelua kohtaan.

Oppilaat täyttivät kyselylomakkeet oppilasvierailun päätteeksi, mutta kuitenkin ennen yhteistä loppukoontia. Tällä pyrittiin varmistamaan se, että oppilaat malttoivat täyttää kyselyn rauhassa.

Molemmat valinta-asteikolliset osiot analysoitiin samalla tavalla. Jokaiselle työtavalle ja väittämälle laskettiin erikseen niiden saamien numeroiden esiintymistiheys, keskiarvo ja keskihajonta. Osassa kyselylomakkeiden vastauksissa oli valittuna kaksi eri vaihtoehtoa yhteen kohtaan. Koska oppilaat käyttivät arvioinnissa numeroita, näissä useamman vaihtoehdon tapauksissa laskettiin numeroiden keskiarvo ja käsiteltiin sitä yhtenä lukuna. Esimerkiksi vaihtoehdot 5 ja 2 saatettiin muotoon 3,5. Frekvenssejä laskiessa kyseinen luku pyöristettiin alaspäin, jolloin esimerkiksi 3,5 laskettiin kuuluvaksi vaihtoehtoon 3.

Tyttöjen ja poikien vastaukset käsiteltiin erikseen, jotta mahdolliset sukupuolten väliset erot tulisivat esille.

10.2 Opiskelijoiden kyselytutkimus

Opiskelijoiden kyselytutkimusta varten tehty kyselylomake (liite 3) koostui yhdestätoista avoimesta kysymyksestä. Kysymykset koskivat oppilasvierailun tavoitteita, toimivuutta ja opiskelijoiden mielipidettä kyseisestä projektista. Tämän kyselyn tarkoituksena oli saada oppilasvierailun suunnittelijoiden ja vetäjien eli kurssin opiskelijoiden näkemys rikospaikkatutkimuksen toimivuudesta kemian opetuksen kontekstina. Opiskelijat vastasivat kyselyyn pian oppilasvierailun jälkeen, jolloin kysytyt asiat olivat varmasti hyvin muistissa. Opiskelijoiden vastaukset analysoitiin sisällönanalyysin avulla.

10.3 Kurssin ohjaajien haastattelututkimus

Kurssin ohjaajien haastattelututkimuksen haastattelurunko (liite 4) koostui yhdeksästä pääkysymyksestä. Haastattelu toteutettiin strukturoituna teemahaastatteluna ja sen avulla pyrittiin saamaan laajempi kuva rikospaikkatutkimuksesta kemian opetuksen kontekstina, sillä kurssin ohjaajilla oli roolinsa ansiosta kokemusta aikaisemmiltakin vuosilta.

Haastatteluja pidettiin kaksi (20.4. ja 28.4.) kasvotusten kurssin ohjaajien kanssa. Haastattelut nauhoitettiin, litteroitiin ja analysoitiin sisällönanalyysin avulla.

10.4 Ryhmän opettajien haastattelututkimus

Kemian laitoksella vierailleiden ryhmien opettajille tehdyn haastattelun haastattelurunko (liite 5) koostui seitsemästä pääkysymyksestä. Nämäkin haastattelut toteutettiin strukturoituina teemahaastatteluina ja niiden tarkoituksena oli saada parempi käsitys oppilasvierailuiden vaikuttavuudesta oppilaisiin, sillä ryhmien omat opettajat tunnistivat oppilaidensa käytöksen ja sen mahdollisen muutoksen oppilasvierailujen aikana. Näitä haastatteluja tehtiin kaksi (16.3. ja 22.3.) ja ne tehtiin välimatkoista johtuen puhelimitse. Molemmat haastattelut nauhoitettiin, litteroitiin ja analysoitiin sisällönanalyysin avulla.

10.5 Havainnointitutkimus

Havainnointitutkimusta varten tehdyn havainnointilomakkeen avulla (liite 6) pyrittiin keräämään systemaattisesti tietoa oppilaiden kokeellisesta työskentelystä. Havainnointia tehtiin yksittäisillä rasteilla ja tavoitteena oli tehdä havaintoja oppilasvierailun kaikista rasteista ja oppilaista. Havainnoinnin tarkoituksena oli hankkia omakohtaista tietoa oppilasvierailun toimivuudesta.

11 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto muodostui oppilaiden ja opiskelijoiden kyselylomakkeista, kurssin ohjaajien ja oppilasryhmien opettajien haastatteluista sekä havainnointilomakkeista. Oppilaskyselylomakkeisiin saatiin 27 tytön ja 33 pojan vastaus, eli yhteensä 60 oppilaan vastaukset. Kurssin opiskelijoiden osalta saatiin 10 täytettyä kyselylomaketta. Kurssin ohjaajilta saatiin kaksi haastattelua (kestot 12:09 ja 21:01). Ryhmän ohjaajilta saatiin kaksi haastattelua (kestot 12:47 ja 9:53). Havainnointilomakkeita saatiin 13 rastista. Haastattelujen analyysissa käytetään selvyyden vuoksi kurssin ohjaajista nimitystä opettaja A ja opettaja B sekä vierailevien ryhmien opettajista nimitystä opettaja 1 ja opettaja 2.

12 Tulokset ja tulosten analyysi

Tutkimusaineiston pohjalta saadut tulokset esitetään seuraavaksi osion 10 mukaisessa järjestyksessä alkaen oppilaiden kyselytutkimuksesta ja päättyen havainnointitutkimukseen. Tulosten jälkeen esitetään yhteinen loppukoonti kaikista viidestä tutkimusmenetelmästä.

12.1 Oppilaiden kyselytutkimus

Oppilaiden kyselylomakkeen ensimmäisen osan avointen kysymysten tulokset on esitetty tiivistettyinä taulukoissa 5–12 ja toisen osan Likert-asteikollisten väittämien tulokset taulukoissa 13–16. Oppilaiden yleiskokemus rikospaikkatutkimuksesta on esitetty tiivistettynä taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 5: Poikien yleiskokemus rikospaikkatutkimuksesta

Alaluokka	Yläluokka
Mielenkiintoinen (8) Mukava (16) Uusi kokemus (5)	Positiivinen (29)
Parempi kuin ruotsin tunti (1) En tiedä (1)	Neutraali (2)
Tylsä (1)	Negatiivinen (1)

Taulukko 6: Tyttöjen yleiskokemus rikospaikkatutkimuksesta

Alaluokka	Yläluokka
Mielenkiintoinen (15) Mukava (9) Opettavainen (2)	Positiivinen (26)
Tylsä (1)	Negatiivinen (1)

Noin 91 % poikien ja 96 % tyttöjen kaikista maininnoista (taulukot 5 ja 6) kertoi rikospaikkatutkimuksen olleen positiivinen kokemus. Pojat kertoivat rikospaikkatutkinnan olleen mielenkiintoista (25 % maininnoista), mukavaa (50 %) ja uusi kokemus (16 %). Tytöt kertoivat rikospaikkatutkinnan olleen mielenkiintoista (56 %) ja mukavaa (33 %) sekä opettavaista. (7 %).

Vastausten perusteella näyttää siltä, että tytöt kokivat rikospaikkatutkinnan mielenkiintoisemmaksi kuin pojat. On kuitenkin mahdollista, etteivät pojat maininneet mielenkiintoa erikseen niin kuin tytöt vaan sisällyttivät sen mainintaan rikospaikkatutkimuksen mukavuudesta. Näitä tukevat myös vastaukset myöhemmin käsiteltäviin mielenkiintoa koskeviin kysymyksiin. Kaiken kaikkiaan oppilaiden vastausten pohjalta voidaan päätellä, että rikospaikkatutkimus kokonaisuudessaan toimi, sillä sen yhtenä päätavoitteena oli tarjota oppilaille mieluisa kokemus.

Oppilaiden näkemykset rikospaikkatutkimuksen tuomista uusista näkökulmista kemiaan on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7: Poikien näkemys rikospaikkatutkimuksen tarjoamista näkökulmista kemiaan

Alaluokka	Yläluokka
Kemiaa hyödynnetään rikostutkinnassa (3) Kemian monipuolisuus (6) Ei tarkemmin määritelty (4)	Toi uusia näkökulmia kemiaan (13)
	Ei tuonut uusia näkökulmia kemiaan (16)

Taulukko 8:Tyttöjen näkemys rikospaikkatutkimuksen tarjoamista näkökulmista kemiaan

Alaluokka	Yläluokka
Kemian monipuolisuus (10) Ei tarkemmin määritelty (2) Esitteli uusia asioita (2)	Toi uusia näkökulmia (14)
	Ei tuonut uusia näkökulmia (13)

Enemmistö pojista kertoi, ettei rikospaikkatutkinta tuonut uusia näkökulmia kemiaan (55 % maininnoista). Tytöillä päinvastoin enemmistön mielestä rikospaikkatutkimus toi uusia näkökulmia (52 %). Tyttöjen mainitsema yleisin uusi näkökulma liittyi kemian monipuolisuuteen (37 %), joka oli myös poikien yleisin vastaus (21 %).

Tulosten perusteella vain noin puolet sekä pojista että tytöistä saivat rikospaikkatutkinnasta uusia näkökulmia kemiaan. Eräs mahdollinen selitys tälle on se, että aihepiiri on osalle

oppilaista tuttu viihteellisten rikossarjojen kautta.[41, 42] Tätä tukee myös se, että juuri poikien tapauksessa enemmistö ei kertonut saaneensa uusia näkökulmia.

Oppilaiden näkemykset siitä, oppivatko he uusia asioita rikospaikkatutkimuksen yhteydessä on esitetty taulukoissa 9 ja 10.

Taulukko 9: Poikien näkemys rikospaikkatutkimuksen opettamista uusista asioista

Alaluokka	Yläluokka
Kemian asiasisältöjä (14) Käytännön asioita (5) Ei määritelty (8)	Opittiin uutta (27)
	Ei opittu uutta (4)

Taulukko 10: Tyttöjen näkemys rikospaikkatutkimuksen opettamista uusista asioista

Alaluokka	Yläluokka
Kemian asiasisältöä (7) Käytännön asioita (14) Ei määritelty (4)	Opittiin uutta (25)
	Ei opittu uutta (0)

Vastanneista pojista 87 % kertoi oppineensa rikospaikkatutkimuksesta jotakin uutta. Poikien mainitsemat opitut asiat liittyivät kemian aineosaamiseen (45 %) ja käytäntöön (16 %). Tytöistä kaikki vastanneet mainitsivat oppineensa jotakin uutta. Myös heillä opitut asiat liittyivät kemian aineosaamiseen (28 %) ja käytäntöön (56 %).

Tulosten mukaan on selvää, että rikospaikkatutkimuksen kontekstissa voidaan opettaa sekä kemian asiasisältöä että käytännön asioita. Oppilasvierailulle varatun rajallisen ajan vuoksi oppimistuloksia ei tässä tutkimuksessa erikseen varmennettu, mutta opetuksen näkökulmasta on merkittävää, että oppilaat todella kertoivat oppineensa jotain.

Oppilaiden näkemykset rikospaikkatutkinnan kiinnostavuudesta on esitetty taulukoissa 11 ja 12.

Taulukko 11: Poikien näkemys rikospaikkatutkimuksen herättämästä mielenkiinnosta

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
	Oppilasvierailu kokonaisuudessaan (5)	Herätti mielenkiintoa (21)
Verijäljet (11) Liekkikoe (5)	Yksittäiset rastit (16)	
		Mielenkiinto ei herännyt (6)

Taulukko 12: Tyttöjen näkemys rikospaikkatutkimuksen herättämästä mielenkiinnosta

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
	Oppilasvierailu kokonaisuudessaan (3) Kemia (3) Taustatarina (1)	Herätti mielenkiintoa (21)
Verijäljet (10) Liekkikoe (2) Lyijyn toteaminen (1) Kromatografia (1)	Yksittäiset rastit (14)	
		Mielenkiinto ei herännyt (1)

Vastanneista pojista 78 % mainitsi rikospaikkatutkimuksen herättäneen mielenkiintoa. Eniten mielenkiintoa herättivät yksittäiset rastit (59 % kaikista vastauksista). Tytöistä 95 % mainitsi mielenkiinnon heränneen, yleisimpänä syynä yksittäiset rastit (64 % kaikista vastauksista).

Tulosten perusteella rikospaikkatutkimus herätti mielenkiintoa sekä tytöissä että pojissa. Tämä on merkittävää, koska vakiintuneen käsityksen mukaan tyttöjä ja poikia kiinnostavat kemiassa erilaiset asiat ja he tarvitsevat siksi erilaisia aktiviteetteja asenteiden kohottamiseen.[9, 26, 29] Tässä tutkimuksessa käytetyn kontekstin puitteissa oli mahdollista tehdä kumpaakin sukupuolta kiinnostava kokonaisuus.

Vaikka suurinta mielenkiintoa herättivätkin yksittäiset rastit, myös rikospaikkatutkimuksen konteksti itsessään voidaan katsoa mielenkiintoa herättäväksi. Tätä näkemystä puoltaa se seikka, että vaikka ohjaajat, taustatarinat ja yksittäiset rastit vaihtuivat oppilasvierailujen välillä, oppilaat kokivat jokaisella kerralla kokonaisuuden mielenkiintoiseksi.

Yksittäisten rastien mielekkyyttä kysyttäessä poikien vastauksien perusteella ne voidaan järjestää seuraavaan mielekkyysjärjestykseen (mainintojen lukumäärä sulkeissa):

Verijäljet (18)
Liekkikoe (8)
Jauherasti (2)
Kromatografia (1)
Murujen tutkiminen (1)
Kaikki rastit yhtä mieluisia / en tiedä (2)

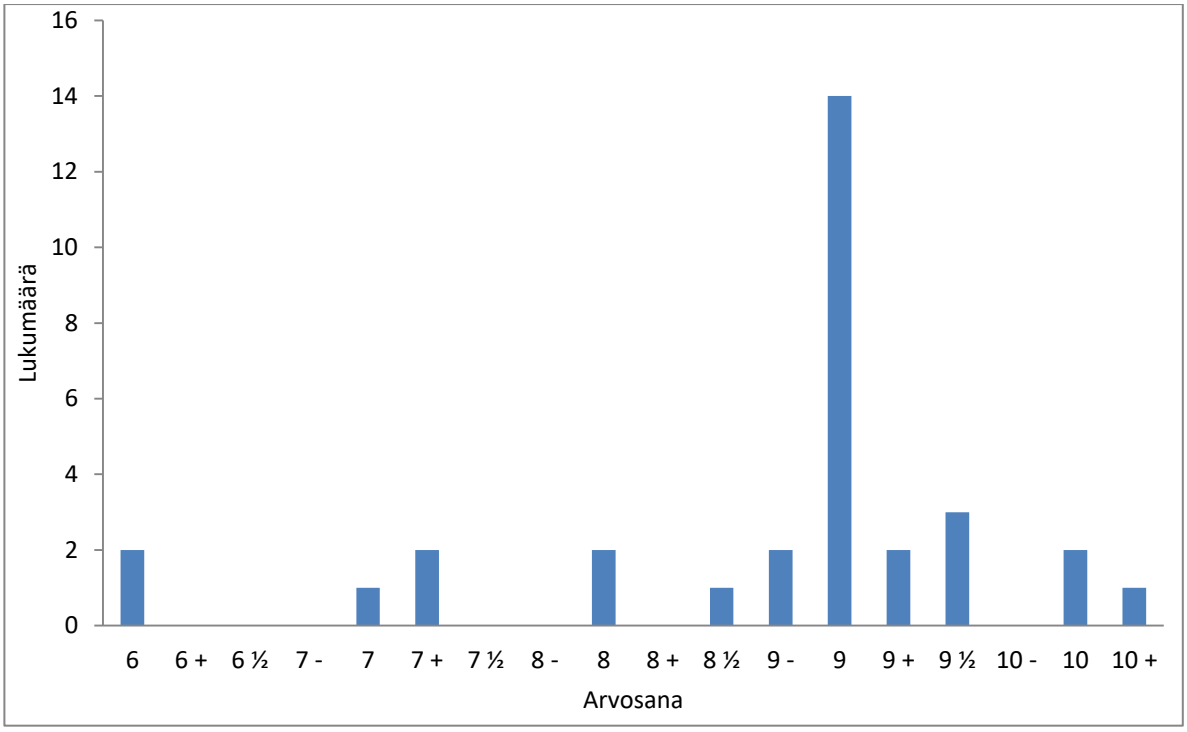
Tyttöjen osalta mielekkyysjärjestykseksi saadaan vastaavasti:

Verijäljet (17)
Liekkikoe (6)
Kromatografia (1)
Lyijyn toteaminen (1)
Kaikki rastit yhtä mieluisia / en tiedä (2)

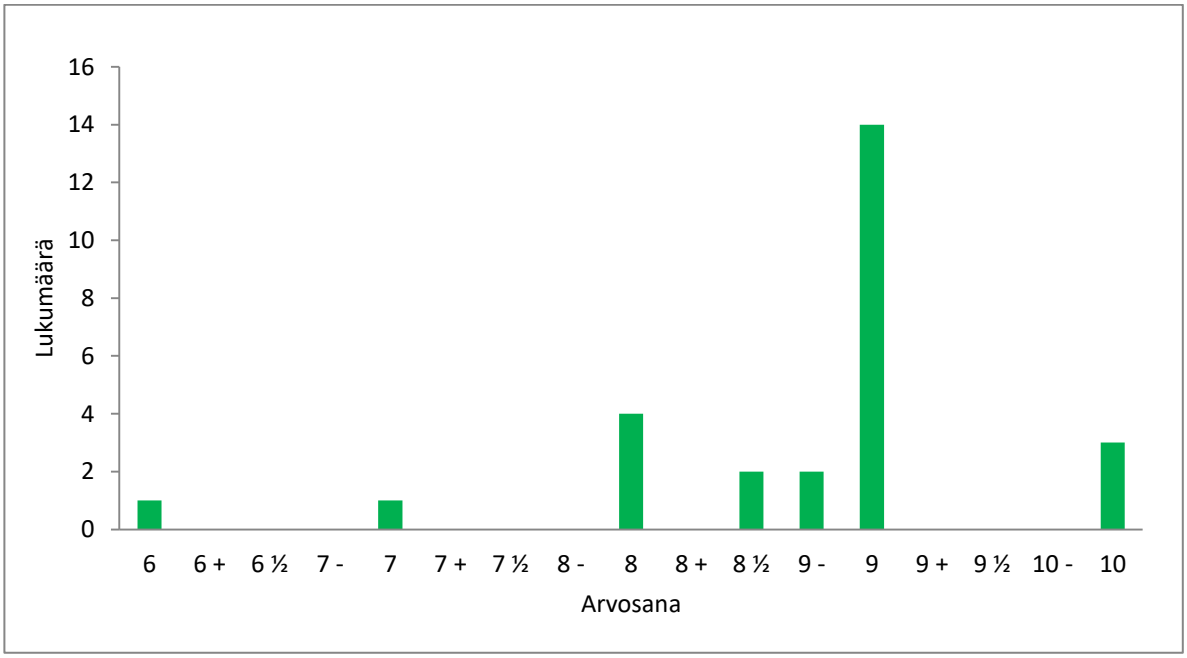
Vastauksista verijälkitutkimus nousi sekä tyttöjen että poikien osalta useimmiten esille. Sen kerrottiin olevan sekä näyttävä että kiinnostava siinä muodostuvan valon takia. Molemmissa ryhmissä toiseksi mielekkäimpänä rastina mainittiin liekkikoe. Liekkikokeen kerrottiin olevan näyttävä siinä muodostuvien eriväristen liekkien ansiosta ja myös tulen itsessään kerrottiin olevan kiehtova elementti. Näitä vastauksia voitaneen perustella juuri oppilaiden mainitsemalla näyttävyydellä ja sillä, että niissä on oppilaiden arkielämästä poikkeavia ilmiöitä.

Oppilaiden antamat kokonaisarvosanat rikospaikkatutkimukselle on esitetty jakaumana kuvissa 6 ja 7. Poikien antamista 32 arvosanasta yleisin oli 9, joka annettiin 14 kertaa, ja niiden keskiarvo oli 8,71. Tytöt antoivat yhteensä 27 arvosanaa, joista yleisin oli myöskin 14 kertaa annettu arvosana 9. Tyttöjen antamien arvosanojen keskiarvoksi saatiin 8,72.

Arvosanojen samankaltaisten jakaumien ja liki samojen keskiarvojen perusteella voidaan taas todeta, että kemian opetus rikospaikkatutkimuksen kontekstissa toimii sekä tytöillä että pojilla yhtenevästi ja että siitä pidetään molemmissa ryhmissä.



Kuva 6: Poikien rikospaikkatutkimukselle antamien kokonaisarvosanojen jakauma.



Kuva 7: Tyttöjen rikospaikkatutkimukselle antamien kokonaisarvosanojen jakauma.

Oppilaskyselyn toisessa osassa pyydettiin oppilaita arvioimaan erilaisia kemian opetustapoja ja kemiaan liittyviä väittämiä. Tulokset on esitetty taulukoissa 13–16.

Oppilaiden antamat arvosanat erilaisille kemian opetustavoille on esitetty taulukoissa 13 ja 14. Tekstin sujuvoittamiseksi tulokset esitetään tekstissä sulkeiden sisällä muodossa keskiarvo ± keskihajonta.

Taulukko 13: Poikien antamat arvosanat opetustavoista (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Arvosana-asteikko: 1 = alin, 5 = korkein

Opetustapa	**Frekvenssit**					**ka**	**kh**
	f(5)	**f(4)**	**f(3)**	**f(2)**	**f(1)**		
Ryhmässä keskustelu	7	15	5	6	0	3,7	1,0
Itsenäinen työskentely	11	14	7	1	0	4,1	0,8
Oppikirjan lukeminen	3	9	14	6	1	3,2	0,9
Tietokirjallisuuden lukeminen	1	10	14	5	3	3,0	1,0
Esseiden, referaattien tms. kirjoittaminen	3	9	8	9	4	2,9	1,2
Käsitekartan laatiminen	1	8	16	6	2	3,0	0,9
Opettaja esittää uutta asiaa ja ratkoo uusia ongelmia	3	22	5	2	1	3,7	0,8
Opettaja esittää demonstraatioita	5	18	6	4	0	3,7	0,9
Oppilastöiden tekeminen	14	12	7	0	0	4,2	0,8
Projektitöiden tekeminen	12	11	8	2	0	4,0	0,9
Rikospaikkatutkimus	16	10	5	1	1	4,2	1,0
Vierailija oppitunnilla	6	10	17	0	0	3,7	0,8
Vierailu teollisuuteen, tiedekeskukseen tai museoon	12	13	6	1	1	4,0	1,0

Taulukko 14: Tyttöjen antamat arvosanat opetustavoista (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Arvosana-asteikko: 1 = alin, 5 = korkein

Opetustapa	**Frekvenssit**					**ka**	**kh**
	f(5)	**f(4)**	**f(3)**	**f(2)**	**f(1)**		
Ryhmässä keskustelu	1	13	7	5	1	3,3	0,9
Itsenäinen työskentely	4	11	9	1	2	3,5	1,0
Oppikirjan lukeminen	3	7	6	6	5	2,9	1,3
Tietokirjallisuuden lukeminen	2	5	10	5	5	2,8	1,2
Esseiden, referaattien tms. kirjoittaminen	1	1	13	5	7	2,4	1,0
Käsitekartan laatiminen	1	3	12	9	2	2,7	0,9
Opettaja esittää uutta asiaa ja ratkoo uusia ongelmia	2	8	14	2	1	3,3	0,9
Opettaja esittää demonstraatioita	6	10	7	4	0	3,7	1,0
Oppilastöiden tekeminen	9	8	8	1	1	3,9	1,0
Projektitöiden tekeminen	7	11	6	1	2	3,7	1,1
Rikospaikkatutkimus	10	9	5	1	1	4,0	1,0
Vierailija oppitunnilla	3	9	10	2	3	3,3	1,1
Vierailu teollisuuteen, tiedekeskukseen tai museoon	6	9	9	1	2	3,6	1,1

Poikien antamien arvosanojen perusteella suosituimmiksi opetustavoiksi nousivat oppilastyöt (4,2 ± 0,8), rikospaikkatutkimus (4,2 ± 1,0) ja itsenäinen työskentely (4,1 ± 0,8). Vaikka rikospaikkatutkimuksella oli suurempi keskihajonta oppilastöihin verrattuna, se sai kuitenkin eniten korkeimpia arvosanoja 5. Toisaalta oppilastyöt eivät saaneet yhtään alimpia arvosanoja 1 ja 2 rikospaikkatutkimuksen saadessa yhden kumpaakin.

Epäsuosituimmiksi opetustavoiksi pojat arvioivat esseiden ynnä muiden kirjoittamisen (2,9 ± 1,2), tietokirjallisuuden lukemisen (3,0 ± 1,0) ja käsitekartan laatimisen (3,0 ± 0,9).

Tyttöjen antamien arvosanojen perusteella suosituimmiksi opetustavoiksi nousivat rikospaikkatutkimus (4,0 ± 1,0), oppilastyöt (3,9 ± 1,0) ja opettajan esittämät demonstraatiot (3,7 ± 1,0). Myös tyttöjen tapauksessa rikospaikkatutkinta sai eniten korkeinta arvosanaa 5.

Tyttöjen kannalta vähiten toivottuja opetustapoja olivat esseiden ynnä muiden kirjoittaminen (2,4 ± 1,0), käsitekartan laatiminen (2,7 ± 0,9) ja tietokirjallisuuden lukeminen (2,8 ± 1,2).

Yleisesti ottaen kaikki kyselytutkimuksessa esitetyt opetustavat saivat pojilta tyttöjä korkeamman keskiarvon ja pienemmän keskihajonnan.

Opetustapojen arviointia verratessa havaitaan, että oppilastyöt ja rikospaikkatutkimus nousevat sekä pojilla että tytöillä suosituimpien joukkoon. Niitä yhdistäviä tekijöitä ovat kokeellisuus ja se, että oppilaat pääsevät itse tekemään asioita. Niiden yhtäläinen suosio selittyy sillä, että tutkitut oppilasvierailut itse asiassa olivat rikospaikkatutkimuksen kontekstissa järjestettyjä oppilastöitä.

Epäsuosituimmiksi opetustavoiksi sekä pojilla että tytöillä osoittautuivat teoreettiset kirjallista esitystapaa painottavat itsenäiset suoritukset.

Oppilaiden antamat arviot kemiaa koskeviin väittämiin on esitetty taulukoissa 15 ja 16.

Taulukko 15: Poikien vastaukset kyselylomakkeen väittämiin (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Asteikko: 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = neutraali kanta, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

Opetustapa	**Frekvenssit**					**ka**	**kh**
	f(5)	**f(4)**	**f(3)**	**f(2)**	**f(1)**		
Pidän kemiasta enemmän kuin muista oppiaineista	3	15	8	4	3	3,3	1,1
Kemian oppitunnit ovat kiinnostavia	10	16	4	2	1	4,0	1,0
Kemia on haastava oppiaine	7	9	11	4	2	3,5	1,1
Kemia on hyödyllinen oppiaine	13	13	6	1	0	4,2	0,8
Pidän kemian kokeellisista töistä	20	11	0	1	0	4,6	0,7
Kemian osaaminen kuuluu yleissivistykseen	5	14	10	3	1	3,6	1,0
Harkitsen jatkavani kemian parissa Tulevaisuudessa	5	10	10	4	3	3,3	1,2
Kemian opiskelu vaatii erityistä lahjakkuutta	1	2	13	8	9	2,3	1,0
Kemian opiskelun pitää olla pakollista kaikille	3	3	16	5	6	2,8	1,1
Kemialla on tärkeä rooli yhteiskunnassa	5	13	13	0	2	3,6	1,0
Kemia on oikeasti muutakin kuin mitä koulussa opetetaan	15	9	7	1	1	4,1	1,0

Taulukko 16: Tyttöjen vastaukset kyselylomakkeen väittämiin (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Asteikko: 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = neutraali kanta, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

Opetustapa	**Frekvenssit**					**ka**	**kh**
	f(5)	**f(4)**	**f(3)**	**f(2)**	**f(1)**		
Pidän kemiasta enemmän kuin muista oppiaineista	1	10	8	6	2	3,1	1,0
Kemian oppitunnit ovat kiinnostavia	8	10	6	2	1	3,8	1,1
Kemia on haastava oppiaine	3	5	12	7	0	3,2	0,9
Kemia on hyödyllinen oppiaine	7	8	8	3	1	3,7	1,1
Pidän kemian kokeellisista töistä	14	10	2	0	1	4,3	0,9
Kemian osaaminen kuuluu yleissivistykseen	4	6	11	5	1	3,3	1,0
Harkitsen jatkavani kemian parissa tulevaisuudessa	8	2	6	8	3	3,1	1,4
Kemian opiskelu vaatii erityistä lahjakkuutta	1	1	14	8	3	2,6	0,9
Kemian opiskelun pitää olla pakollista kaikille	0	4	11	7	5	2,5	1,0
Kemialla on tärkeä rooli yhteiskunnassa	5	6	9	5	2	3,3	1,2
Kemia on oikeasti muutakin kuin mitä koulussa opetetaan	11	9	4	3	0	4,0	1,0

Pojat arvioivat kemian hyödylliseksi oppiaineeksi (4,2 ± 0,8) ja melkein kaikki heistä kertoivat pitävänsä sen kokeellisista töistä (4,6 ± 0,7) Myös kemian oppituntien kiinnostavuus arvioitiin korkealle (4,0 ± 1,0), vaikka kemian arveltiinkin olevan oikeasti muutakin, kuin mitä koulussa opetetaan (4,1 ±1,0).

Myös enemmistö tytöistä kertoi pitävänsä kemian kokeellisista töistä (4,3 ± 0,9). Heidänkin vastaustensa perusteella kemia on muutakin, kuin mitä koulussa opetetaan (4,0 ± 1,0), mutta oppitunnit mainitaan silti kiinnostaviksi (3,8 ±1,1).

Oppilaille ei tehty tässä tutkimuksessa ennakkokyselyä, joten on mahdotonta sanoa varmasti, minkälainen vaikutus juuri ennen kyselyä tehdyllä mielekkääksi koetulla rikospaikkatutkimuksella oli vastauksiin. Koska TIMSS-tutkimuksen[25] mukaan kemiaa ei kuitenkaan arvosteta eikä sen opiskelusta pidetä, saadut korkeat arvosanat voidaan selittää kahdella tavalla. Joko tutkittaviksi valikoitui poikkeuksellisia ja keskimääräisestä huomattavasti eroavia oppilasryhmiä tai sitten rikospaikkatutkimus vaikutti asenteisiin positiivisesti. Vaikka oppilasvierailuihin osallistui kaksi valinnaisen ja kaksi pakollisen kemian ryhmää, tulokset eivät jakaantuneet valinnaisuuden mukaan, vaan selvä enemmistö jokaisen ryhmän oppilaista suhtautui kemiaan positiivisesti. Näin ollen jälkimmäinen selitys vaikuttaa uskottavammalta.

12.2 Opiskelijoiden kyselytutkimus

Oppilasvierailuiden tavoitteista, toteutuksesta ja toimivuudesta kerättiin palautetta niitä järjestäneiltä ja ohjanneilta yliopisto-opiskelijoilta. Tavoitteena oli selvittää heidän näkemyksiään rikospaikkatutkimuksesta.

Opiskelijoille laaditun kyselytutkimuksen avointen kysymysten pohjalta selvitettiin heidän näkemyksiään rikospaikkatutkimuksen yleisistä päätavoitteista. Vastauksista nousi esiin seuraavia teemoja (suluissa mainintojen lukumäärä):

Työtapojen oppiminen (5)

Motivointi (4)

Kemian tietämyksen kasvattaminen (4)

Huolellisuuden kehittäminen (2)

Kokemuksen tarjoaminen oppilaille (2)

Ryhmätyöskentelytaitojen parantaminen (2)

Harjoituksen tarjoaminen opiskelijoille (2)

Kemian monipuolisuuden esittäminen (1)

Mainitut tavoitteet keskittyivät pitkälti oppilaiden taitojen kehittämiseen ja motivointiin. Vaikka opiskelijat käyttivät paljon enemmän aikaa rikospaikkatutkinnan suunnitteluun kuin oppilasvierailujen toteuttamiseen, vastauksissa päätavoitteet näyttävät painottuneen kuitenkin oppilasvierailuun. Tämä saattaa selittyä sillä, että opiskelijat olivat vetäneet oppilasvierailun vain vähän aikaa ennen kyselyyn vastaamista, jolloin se oli heillä päällimmäisenä ajatuksena. Toisaalta on myös mahdollista, että tulevina kemian opettajina opiskelijat keskittyivät oppilaiden opettamiseen, jättäen tekemänsä taustatyön vähemmälle huomiolle. Tätä oppilaskeskeistä näkemystä tukee se, että vain kahdessa vastauksessa korostettiin rikospaikkatutkinnan toimineen harjoituksena myös opiskelijoille itselleen.

Yksittäisten rastien tapauksissa opiskelijoiden tavoitteet olivat täysin oppilaslähtöisiä:

Kemian tietämyksen kasvattaminen (9)

Työtapojen oppiminen (3)

Motivointi (3)

Tarkka työskentely (1)

Vastauksissa mainitut tavoitteet liittyivät oppilaiden oppimiseen tai motivointiin. Vaikka rastit poikkesivat toisistaan sekä teorian kannalta että toteutukselta, melkein kaikissa vastauksissa arvioidaan, että niissä kyettiin opettamaan aihealueensa sisältötietoutta. Vastauksien pohjalta nähdäänkin opiskelijoiden pitäneen tätä keskeisenä asiana.

Yleisesti ottaen rikospaikkatutkimus onnistui vastanneiden mukaan sille asetettujen tavoitteiden toteuttamisessa. Yhden vastaajan mukaan nämä tavoitteet saavutettiin

kuitenkin vain tyydyttävästi, mikä saattaa selittyä sillä, että jokainen vastaaja oli vastuussa yhdestä rastista koko vierailun ajan. Näin ollen yhdestä rastista saatu huono kokemus saattoi vaikuttaa tavoitteiden kokonaisarviointiin.

Oppilasvierailuissa tehtyjen rastien vaatimustasoissa oli opiskelijoiden vastauksien mukaan hajontaa:

Vaatimustaso vaihteli rastien välillä (4)

Rastit sopivia, teoria vaikeaa (4)

Hieman haastavia (1)

Helppoja (1)

Noin puolet opiskelijoista kertoi oppilasvierailujen rastien vaatimustasoissa olleen selkeitä eroja. Samoin noin puolet vastaajista kertoi rastien olleen helppo toteuttaa, vaikka niiden teoria oli haastavaa. Vaikeaa teoriaa opiskelijat olivat esittäneet pelkistettynä tai todenneet, että oppilaille riittävät makroskooppisen tason havainnot.

Rastien korkeaa vaatimustasoa voidaan selittää sillä, ettei rastien järjestäjinä toimineilla opiskelijoille ollut ennakkotietoa vierailevien oppilaiden kemian osaamisesta. Kun jo tutuiksi oletettuja asioita jouduttiin kertaamaan ja opettamaan rasteilla tiukassa aikataulussa ja usein vailla riittävää opetuskokemusta, teoria saatettiin kokea haastavaksi ja rastit arvioitiin vaikeammiksi kuin ne oli tarkoitettu.

Oppilaiden motivointiin käytettiin erilaisia keinoja:

Tarinan hyödyntäminen (4)

Kannustus (2)

Kysymysten esittäminen oppilaille (2)

Oma käytös (2)

Vastuu syyllisen selvittämisestä (2)

Kertominen rastien taustoista (2)

Kemian sisällöt (1)

Omasta mielestään opiskelijat kykenivät hyödyntämään rikospaikkatutkimukseen suunniteltua tarinaa ja epäiltyjen kuvauksia oppilaiden motivaation lähteenä. Useimmissa vastauksissa todettiin motivoinnin jääneen tarinan varaan, mikä riitti useimmille oppilaille. Jotkut oppilaat tarvitsivat kuitenkin kannustusta töiden aloittamiseen. Ujoihin oppilaisiin saatiin kontaktia kyselemällä ja kertomalla työn alla olevien rastien taustoista.

Oppilasvierailussa käytetyn kontekstin taustalla oli ajatus oppilaita innostavasta rikostutkinnallisesta tarinasta, jonka puitteissa voitiin tehdä kokeellista kemiaa. Vastausten perusteella käytetty konteksti motivoikin oppilaita ja sitä osattiin myös hyödyntää onnistuneesti.

Opiskelijat kohtasivat projektin aikana erinäisiä haasteita:

Aikataulutus (4)

Ryhmätyön haasteet (2)

Monimutkainen teoria (2)

Käytännön ongelmat (2)

Kontakti oppilaisiin (1)

Yleisin haaste liittyi ajankäyttöön. Oppilasvierailun ajankohta oli ongelma yhdelle vastaajalle, kolmelle muulle tuottivat vaikeuksia rastien ajankäyttö ja aikataulutus. Monimutkainen teoria ilmeni vaikeaksi koettuina oppilaiden kysymyksinä, joihin rastinvetäjät eivät pystyneet kunnolla vastaamaan. Käytännön ongelmina olivat laiteviat ja töiden mukauttaminen järkeviin ja realistisiin puitteisiin. Yhden vastaajan mukaan oppilaita oli vaikea saada osallistumaan työskentelyyn.

Useimmat vastauksista esiin nousseet haasteet voidaan selittää opiskelijoiden vähäisellä opetuskokemuksella. Kun rasteja järjestetään ensimmäistä kertaa, on vaikea ennakoida kohdattavia ongelmatilanteita, jolloin niihin ei valmistauduta riittävästi. Uuden oppilasryhmän kanssa ei myöskään osata arvioida, kuinka pitkään töiden suorittamiseen menee, kun aiempaa kokemusta vastaavasta ei ole.

Vastausten perusteella opiskelijat kertoivat oppineensa projektin aikana seuraavia asioita:

Suunnittelua ja toteutusta (5)

Käytännön kokemusta (3)

Vuorovaikutustaitoja (3)

Kemian sisältöjen ymmärrystä (1)

Näkökulmia kemian opetukseen (1)

Yhtä lukuun ottamatta kaikki opiskelijat kertoivat oppineensa jotakin uutta rikospaikkatutkimuksen aikana. Enemmistö kertoi oppineensa suunnittelua ja toteutusta kuten tarvittavan työn määrän ja aikataulutuksen miettimistä. Kolmasosa kertoi saaneensa käytännön kokemusta ja rutiinia rastityöskentelyyn. Kolmanneksen mukaan heidän vuorovaikutustaitonsa paranivat, kun he pääsivät tekemisiin erilaisten ihmisten kanssa ja ohjaamaan ryhmätoimintaa.

Kaikkien opiskelijoiden mukaan rikospaikkatutkimus oli heille positiivinen kokemus. Rikospaikkatutkintaa kuvattiin hauskaksi, virkistäväksi ja innostavaksikin. Erään opiskelijan mukaan aluksi oli jännittävää opettaa, mutta asioiden edetessä opetuksesta tuli miellyttävä kokemus.

Vastauksista näkyy, että rikospaikkatutkimuksen suunnittelu ja toteutus kehittävät myös sen järjestäjiä eri osa-alueilla ja kaikki vastaajat kokivat kokonaisuuden positiivisena. Vaikka projektin aikana saavutetut hyödyt eivät ole pelkästään käytetyn kontekstin ansiota, sen mahdollistamaa kehyskertomusta pidettiin innostavana myös opiskelijoiden keskuudessa.

Yhtä opiskelijaa lukuun ottamatta kaikki tekisivät rikospaikkatutkimuksen suhteen jatkossa jotain toisin:

Rastien muokkaus (6)

Aikataulutus (2)

Työohjeiden muokkaus (1)

Opetustilojen järjestely (1)

Suurin osa muutosehdotuksista koski käytännön rastityöskentelyä, kuten uusien kemikaalien käyttöä vaikeasti hävitettävien jätteiden välttämiseksi tai erilaisten ilmiöiden aikaansaamiseksi. Aikataulutuksessa keskityttäisiin enemmän ryhmäläisten väliseen yhteistyöhön ja rastien välille jätettäisiin aikaa valmistautua uutta oppilasryhmää varten. Oppilaiden työohjeisiin lisättäisiin enemmän pohdintakysymyksiä ja oppilasvierailussa rastit sijoiteltaisiin etäämmälle toisistaan. Näissä vastauksissa näkyy selvästi opiskelijoiden oppilasvierailuista saama kokemus.

Kaikkien opiskelijoiden mielestä tämänkaltaisen rikospaikkatutkimuksen järjestäminen voisi onnistua myös kouluissa. Suurin osa töistä olisi helposti toteutettavissa, mutta jotkin menetelmät, kuten IR-spektroskopia, olisivat koulujen resurssien puitteissa kuitenkin todennäköisesti mahdottomia. Erityistä huomiota kiinnitettiin valmisteluun, joka koettiin aikaa vieväksi, ja toteutukseen, joka vaatisi toiminnan ohjaamiseen useamman henkilön. Projektin laajuuden vuoksi sitä ehdotettiin jaettavaksi useammalle tunnille, jolloin sen voisi mahdollisesti toteuttaa jopa yhden opettajan voimin.

12.3 Kurssin ohjaajien haastattelututkimus

Oppilasvierailuiden oppilaille ja niiden järjestäjille tehtyjen kyselytutkimusten lisäksi aiheen tiimoilta haastateltiin myös kurssin ja oppilasryhmien ohjaajia. Seuraavaksi esitetään kurssia ohjanneiden opettajien A ja B näkemyksiä.

Opettajan A mielestä rikospaikkatutkimuksen tärkeänä tavoitteena oli näyttää kurssin opiskelijoille, millaista on suunnitella kontekstisidonnaista opetusta. Hänen mukaansa rikospaikkatutkimus innostaa vierailevia oppilaita, jolloin sen pitäminen on positiivinen kokemus opiskelijoille. Tavoitteena on myös yhteydenpito kentällä toimiviin kouluihin ja tarjota niille mahdollisuus tutustua yliopiston tiloihin ja kiinnostua kemian alasta. Oppilaiden kannalta tavoitteena on tarjota kiinnostava ja hauska kemian sisältöjä opettava kokonaisuus, jossa oppilaat samalla pääsevät näkemään kemian laajempia yhteyksiä.

Opettajan B mielestä opiskelijoiden kannalta tavoitteina olivat opetuskokemuksen saaminen, juonellisen kokonaisuuden suunnitteleminen ja ryhmätyöskentelytaitojen kehittyminen. Oppilaiden osalta puolestaan pyrittiin motivoimiseen ja kemian oppimiseen.

Opettajan A mukaan rasteilla toimineet oppilaat vaikuttivat enimmäkseen kiinnostuneilta. Hänen mukaansa oppilasvierailussa oppilaat keskittyivät aiheeseen:

> ”*Ja kyllähän sitten niin kuitenkin se oppilasryhmä on täällä ja mä nään kun ne pyörii siellä rasteilla niin pääosin ne on kyllä kiinnostuneita siitä ja siinä ihan puhutaan ja tehdään kemiaakin*.”

Opettajat A:n mukaan kentällä toimivien koulujen opettajat toivovat rikospaikkatutkimusta, joten hän uskoo sitä pidettävän motivoivana ja kiinnostavana kontekstina. Näiden pohjalta hän arvioi, että asetetut tavoitteet tulivat toteutetuiksi.

Opettajan B mukaan oppilasryhmät vaikuttivat kiinnostuneilta ja innostuneilta, ja heidän työskentelynsä sujui hyvin. Hänen mukaansa sisältöjen opettaminen kontekstisidonnaisella tavalla tekee oppimisesta tehokkaampaa, jolloin asiat muistetaan paremmin. Hän huomauttaa kuitenkin, että oppilasvierailuun varatussa lyhyessä ajassa on vaikea arvioida, kuinka hyvin syvällistä ymmärrystä saavutetaan. Opetuksessa käytetty ongelmalähtöinen lähestymistapa rikoksen ratkaisemiseen oli hänen mielestään oppilaille erilainen kokemus, jolloin ainakin mielenkiintoa saatiin herätettyä. B:n mielestä opiskelijoiden kehittämät tarinat olivat hauskoja ja oppilaat pitivät niistä. Opiskelijoiden suoritus ja ohjaus kehittyivät jo parin tunnin aikanakin, jolloin he ohjasivat rasteja. Rastien kemian sisällöt vastasivat hyvin yläkoulun sisältöjä ja hänen mukaansa oppilaat varmasti oppivatkin rasteista jotakin. Opiskelijoiden kemian tietämys myös kehittyi rasteja suunnitellessa. Kurssin toisena ohjaajana hän uskoi, että sekä opiskelijoille että oppilaille asetetut tavoitteet täyttyivät.

Opettaja A kertoi olleensa kemian opetuksen konferenssissa, jossa pidettiin yliopisto-opiskelijoille suunnattu rikospaikkatutkimuspaja. Siellä hän itse koki, miten kyseinen aihe alkoi kiinnostaa pajan tekijöitä:

> ”*Ja siellä mä olin itse semmosessa rikospaikkatutkimuspajassa mukana, missä niin kuin tehtiin tää rikospaikkatutkimus ja se oli niin kuin yliopisto-opiskelijoille suunnattu homma ja siinä mä näin, että se homma toimii oikeesti, se rupee*

kiinnostamaan. Että se tarina vie mukanaan ja se, se on ollut sen alkukimmoke minkä takia mä olen halunnut tätä opetukseen tuoda."

Hänen mukaansa tarina ja juoni ovat rikospaikkatutkimuksen keskeisessä asemassa ja ilman niitä kokeellisten töiden tekeminen jäisi puutteelliseksi. Hänen mukaansa kevään 2017 kurssi oli mahdollisesti kolmas kerta kun tällaista rikospaikkatutkimusta on järjestetty.

Opettajan B mielestä kyseessä on kontekstisidonnainen opetus, jota on testattu jo monien opettajien toimesta. Rikospaikkatutkimus valittiin teemaksi ja sitä hyödynnettiin jo vuoden 2010 kurssilla. Tästä teema laajeni myöhemmin oppilasvierailuihin. Pyrkimyksenä oli tehdä oppilasvierailuista mielekkäämpiä ja että opiskelijat pystyisivät tekemään luovia toteutuksia. Hänen mukaansa rikospaikkatutkimuksen teema tekee suunnittelusta ja valmistelusta monipuolisempia, jolloin myös opiskelijat itse oppivat niistä paljon paremmin. B muistelee, että rikospaikkatutkimusta järjestettiin ainakin vuonna 2010 ja 2013. Yhteensä rikospaikkatutkimusta on siten järjestetty kolme tai jopa neljä kertaa.

Opettajan A mukaan rikospaikkatutkimuksesta saatu palaute on positiivista. Hänen mukaansa opettajat pitävät sitä hyvänä kokemuksena ja toivovat lisää. Hän kertoo normaalisti mainostavansa oppilasvierailuja MAOL Keski-Suomen sähköpostilistalla. Tänä vuonna hän ei kuitenkaan laittanut viestiä aiheesta, sillä hän tiesi mahdollisia tulijoita olevan liikaa. Opiskelijoiden kanssa oppilasvierailun jälkeen pidetyissä loppukoonneissa opiskelijat ovat innostuneita projektista, ja rupeavat jo miettimään, miten he voisivat toteuttaa sitä itsenäisesti kouluissa oppilaiden kanssa. Toki poikkeuksiakin aina löytyy, kaikki eivät välttämättä innostu teemasta.

Opettajan B mukaan opiskelijat pitävät rikospaikkatutkinnasta sen monipuolisemman suunnitteluprosessin takia:

"No, yleisesti ottaen kyllähän opiskelijat tykkää siitä, nimenomaan varmaan niistä syistä, että tota se suunnitteluprosessi on paljon monipuolisempi ja siinä oppii itse tosi paljon kun joutuu ottamaan selvää versus että se olis semmonen tutumpi labratyö. Osittain varmaan sitten, et kokee että se on tietyllä tavalla työläämpi, mutta en muista että kukaan olisi esittänyt siitä kritiikkiä, et vitsi kun joutuu

tekemään niin paljon hommia, et se on niin kun koettu et se on opettanut tosi paljon."

Hän myöntää, että kontekstisidonnainen opetus vaatii opettajalta ensimmäisillä kerroilla enemmän tavalliseen oppituntiin verrattuna. Kuitenkin kun se toteutetaan osana kurssia ja ryhmässä, niin se on otettu hyvin vastaan opiskelijoiden toimesta. Hän muistuttaa, että kontekstisidonnainen opetus on jo vanha juttu, jolloin siihen täytyy välillä suunnitella jotain uutta ja innostavaa. Opetuksen tavoitteet eivät muutu, oli konteksti mikä tahansa.

Opettaja B:n mukaan myös vierailevat opettajat pitävät rikospaikkatutkimuksesta. Kurssin ohjaajat antavat heille mukaan ohjeita, joiden avulla he voivat itse toteuttaa sitä omissa kouluissaan. B tietääkin monia, jotka ovat toteuttaneet rikospaikkatutkimusta heidän ohjeidensa pohjalta. Oppilasvierailun yhteydessä opettajat näkevät omin silmin, miten rikospaikkatutkimus käytännössä etenee, vaikkakin yliopiston tiloissa järjestettynä sillä on useampi rastin vetäjä opiskelijoiden takia. Oppilasvierailun näkeminen käytännössä kuitenkin innostaa vierailevia opettajia ja B sanoo tietävänsä muutamia, jotka ovat toteuttaneet rikospaikkatutkintaa pelkän vierailun pohjalta. Kurssin aikana suunnitellut materiaalit kuitenkin helpottavat opettajia itsenäisessä toteutuksessa.

Opettajan A mukaan heidän järjestämiensä rikospaikkatutkimusten vaikuttavuutta ei ole arvioitu millään tavalla. Opettajan B mukaan jonkinlaista tutkimusta kurssista on tehty, mutta ei suoraan minkäänlaista vaikuttavuustutkimusta.

Opettajan A mukaan projektin aikana haasteiksi nousivat ryhmän toiminta ja konkreettinen työnjako. Rikospaikkatutkimuksen rastit, tapahtunut rikos ja tarina on helppo suunnitella, mutta niiden yhteensovittaminen on haaste. Rastit suunnitellaan kohderyhmän mukaan eli pääasiassa ne ovat yläkouluun sopivia laboratoriotöitä, jolloin luonnontieteen sisältöihin liittyviä haasteita ei pitäisi olla. Haasteet ovat pääasiassa rikoksen ja luonnontieteen yhteensovittamista.

Opettajan B mielestä suunnittelun haasteena on tarinan rakentaminen, sillä se vaatii erilaisia taitoja kuin suoranaisesti kemian osaamista. Esimerkkeinä hän mainitsee luovat taidot ja äidinkielen osalta tarinan kerrontaan liittyvät taidot. Rastien suunnittelussa ja testaamisessa

vaaditaan tietenkin kemian osaamista, sillä esimerkiksi liukenemiseen ja saostumiseen liittyviä käytännön ongelmia pitää ratkaista.

Opettajan A mukaan keväällä 2017 vierailleet ryhmät olivat kaikki yläkouluryhmiä. Edellisinä vuosina on ollut myös lukiolaisia mukana, jolloin heille on suunniteltu vaativampia rasteja. Nyt kuitenkin yläkoululaisten tapauksessa kurssilla toimivia opiskelijoita oli helppo ohjeistaa ja he pystyivätkin suunnittelemaan kokonaisuuden ilman suurempia ongelmia.

Opettajan B mielestä kurssilaisilla ei ollut rajoituksia rikospaikkatutkimuksen suunnittelussa ja he saivat käyttää kaikkia mitta- ja tutkimuslaitteita. B mainitsee, että opiskelijat ovatkin hyödyntäneet rasteilla monimutkaisempia tekniikoita kuten elektronimikroskooppia ja muita vastaavia. Tämä toki edellyttää opiskelijoilta tekniikoiden hallitsemista, jolloin niitä käytetään harvemmin. Rastien suunnittelussa muistutettiin rajallisesta ajasta ja jos rasteilla oli selkeästi jotakin parantamisen varaa, siitä saatettiin huomauttaa. Oppilasvierailussa täytyi kuitenkin täyttyä vaadittavat kriteerit ja käytössä oleva aika rajoitti melko paljon suunnittelua.

Opettajan A mielestä he pystyvät tarjoamaan opiskelijoille mielenkiintoisen kokonaisuuden, johon oppilaat osallistuvat mielellään. Hän huomauttaa, että murrosiästä johtuen moni oppilas ei halua näyttää omaa kiinnostustaan. Yhtenä indikaattorina rikospaikkatutkimuksen kiinnostavuudesta hän pitää sitä, että oppilasvierailun jälkeen oppilaiden työohjeet eivät jää pöydille vaan oppilaat ottavat ne mukaansa. Tavallisemmissa oppilastöissä kun on usein tapana, että työohjeita ei oteta mukaan.

Opettajan B mielestä oppilaat olivat innostuneita ja yliopisto työympäristönä kannustaa oppilaita työskentelyyn:

> *”No kyllähän se varmasti, tossa aiemmin jo sanoin, niin onhan ne sillein innostuneita tähän kun tää, ensinnäkin tää konteksti, ylipäätään tää yliopisto ni osalle ne on ekaa kertaa täällä, et se jo virittää vähän tunnelmaan. Ja sit kuitenkin vähän erilainen tämmönen niin kun aito laboratoriotila, niin sekin motivoi ja sit totta kai se tarina ja kyllähän nuoret lähti aika hyvin kuitenkin siihen tarinaan ja alko jo miettiä jo niitten aihetodisteiden perusteella, et no hitsi hei, mikäs tässä olis*

ollut motiivi ja silleen että. Kyllähän niin kun, tykkäs aika paljon kuitenkin sitten siitä, että. Ainakin itellä tuli semmonen kuva et kyllähän näistä keskimäärin tykätään.”

Opettaja B:n mukaan rikospaikkatutkimuksesta pidetään, sillä se on erilaista kuin mitä oppilaat tavallisesti tekevät kemiassa. Hän huomauttaa, että rikospaikkatutkimus on kuitenkin oppilaille koulutyötä, joten näin ollen osa heistä ei varmastikaan innostu aiheesta tai välttämättä halua näyttää omaa kiinnostustaan.

Opettajan B mielestä rikospaikkatutkimus olisi täysin toteutettavissa tavallisissa kouluissa. Osa tekniikoista, kuten IR, olisivat koulujen resurssien takia mahdottomia, mutta muita ongelmia ei pitäisi olla. Hänen mukaansa rasteissa käytettäviä erilaisia suoloja ja valkoisia jauheita on helposti saatavilla. Erikoisreagenssit, kuten luminoliliuos, ovat hieman vaikeammin saatavia, mutta alkuhankinnan jälkeen ne riittävät pitkäksi aikaa, sillä niitä käytetään vain tipoittain kokeissa. B korostaa, ettei näe mitään syytä, miksei oppilasvierailuilla käytettyjä rasteja voisi toteuttaa kouluissa.

12.4 Ryhmän ohjaajien haastattelututkimus

Oppilasvierailujen jälkeen ryhmien omia opettajia haastateltiin puhelimitse. Seuraavaksi esitetään tutkimuksen kannalta keskeisimpiä esiin nousseita teemoja.

Opettajan 1 mielestä oppilasvierailussa toteutettu rikospaikkatutkimus toimi kokonaisuudessaan hyvin. Hänen mukaansa valmistelut, rastit ja oppilaiden työohjeet olivat hyvät ja pienen ryhmäkoon ansiosta kaikki pääsivät tekemään, jolloin työskentelykin oli sujuvaa. Hän olisi kuitenkin kaivannut jonkinlaista teoreettista alustusta rikospaikkatutkinnasta oppilasvierailun alkuun. Hänen mielestään tämä olisi toiminut hyvänä alustuksena ja totesi muutaman rastin aiheesta olleen pieni otos todellisuudesta. Kuitenkin hän korosti, että kokeellisuushan oli oppilasvierailussa tärkeintä.

Myös opettajan 2 mielestä rikospaikkatutkimus kokonaisuudessaan onnistui. Hänen mukaansa oppilaille suunnitellut työt olivat hyvät ja rikospaikkatutkimuksen taustatarina tuki kokonaisuutta herättämällä mielenkiintoa. Kokonaisarvosanaksi kouluasteikolla hän antoi 9. Parannusehdotuksena hänellä oli tilankäytön muuttaminen sijoittamalla rikospaikkatutkimuksen rastit etäämmälle toisistaan. Hänen mukaansa tämä parantaisi käytännön työskentelyä.

Opettajan 1 mielestä rikospaikkatutkimus motivoi oppilaita:

> *”Kyllä se mun mielestä motivoi. Ja ainakin sen perusteella just mitä niitä seurasin, ja mitä jälkeenpäin kyselin, niin olivat ihan sillein innoissaan et oli mukavaa ja oli mielenkiintoista ja tykkäsivät. Ja tota semmonen ehkä näkyy kyllä että, et tavallaan niin kun ne jotka ovat aktiivisia, motivoituneita ollut, on niin kun, normaalistikin täällä tossa meidän kurssilla niin oli sitä sielläkin. Ja ehkä sitten ne, jotka on semmosia hiljasia, hieman vetäytyviä niin ei oo nyt kyllä rohkaistuneet sitten sielläkään kauheesti, ikään kuin ole esillä, mutta tota kyllä se motivoi ihan ehdottomasti.”*

Hänen mukaansa useammalle oppilaalle heräsi ajatuksia lähteä opiskelemaan tulevaisuudessa kemiaa. Yksi oppilas oli jopa kertonut, että rikospaikkatutkijan ammatti kiinnostaisi häntä.

Myös opettajan 2 mielestä rikospaikkatutkimuksella oli motivoiva vaikutus. Hänen mukaansa sen taustakertomus loi mielenkiinnon eri tavalla, kuin että samat kemian sisällöt esiteltäisiin irrallisina käsitteinä. Hänen mielestään oppilaat saavuttivat sen avulla toisenlaisen ajatusmaailman ja se kannusti mukaansa. Oppilaat myös tulivat rikospaikkatutkintaan suhteellisen innostuneella asenteella, sillä heitä kiinnosti tietää, mitä he pääsevät tekemään.

Opettajan 1 mukaan oppilaat pystyivät hyödyntämään oppilasvierailun aikana aiempaa osaamistaan. Hänen mukaan rastien taso oli erittäin hyvä ja niiden asiasisältöä on käsitelty kemian tunneilla. Osa oppilaista oli suorittanut kemian valinnaiskursseja, jolloin rasteilla käytetyt työmenetelmät saattoivat olla heille tutumpia. Hän kuitenkin totesi, että on vaikea arvioida, kuinka hyvin oppilaat pystyivät huomaamaan yhtäläisyyksiä koulussa käsiteltyjen asioiden ja rastityöskentelyn välillä.

Opettaja 2 kertoo, että oppilasvierailussa oli yhtäaikaisesti 8. ja 9. luokkalaisia. Hänen mielestään ainakin 9. luokkalaiset pystyivät hyödyntämään aiempaa osaamistaan, mutta ei ollut varma 8. luokkalaisten tapauksessa. Hänen mukaan puolet 8. luokkalaisista opiskelee syksyllä kemiaa ja puolet fysiikkaa ja keväällä oppiaineita vaihdetaan keskenään. Näin ollen oppilasvierailulla oli oppilaita, jotka olivat opiskelleet kemiaa vasta vähän aikaa. Hänen mukaansa kaikilla pitäisi kuitenkin olla samat pohjatiedot, mutta aiheet eivät välttämättä olleet yhtä tuttuja kaikille oppilaille.

Opettajan 1 mielestä oppilaat oppivat rikospaikkatutkimuksesta sen, että teoriassa käsiteltyjä asioita sovelletaan käytännön tasolla ja että niistä on todellisuudessa hyötyä. Opettajan 2 mielestä rikospaikkatutkimuksessa tuli oppilaille täysin uutena asiana kemiluminesenssi, mutta mahdollisesti he oppivat muitakin asioita. Kuitenkin yleisellä tasolla opittiin ryhmätyöskentelytaitoja ja tarkkaa työskentelyä.

Molempien opettajien mielestä rikospaikkatutkimus oli käytettyyn aikaan nähden hyödyllinen. Opettajan 1 mukaan:

> ”*On, on pois joo, että mekin jouduttiin niin kun, kun meillä on nyt nää, itellä niin kun tää valinnaisainekurssi, ni se oli kaks tuntia mutta me jouduttiin matkojen takia ottamaan vielä kaks, tavallaan niin ku et oppilaat oli poissa kahelta muultakin tunnilta, mutta tota ehdottomasti kannatti. Siis, että kyllä koen niin että oli sen arvoista.”*

Vastaavasti opettaja 2 kertoi:

> *”Kyllä. Mun mielestä niin kun ehdottomasti kaikki tällainen, jota voidaan tehdä muuallakin kuin siellä koulussa koululuokassa ja sitten toiseksi kaikki työt jotka voidaan tehdä jollain muulla formaatilla kuin sillä normaali parityöllä ja sitten se että, siinä on vielä tämä kontekstisidonnaisuus, kaikki nää antaa niin kun sillä lailla plussaa että varmasti kannatti uhrata aikaa.”*

Opettajan 1 mielestä tällaista rikospaikkatutkimusta ei pystyisi järjestämään heidän koulullaan pelkästään koulun resurssien varassa. Hän perustelee käsitystään kertomalla, että heidän koulunsa taloustilanne on heikko ja opetustarvikkeet ovat perustasoa. Kuitenkin koululla on tilaa ja rikospaikkatutkimus toimisi jos joku ulkopuolinen taho, kuten yliopisto, tulisi sellaisen järjestämään välineiden ja kemikaalien kanssa. Hän mainitsee, että jos

tällaista palvelua olisi tarjolla, sitä varmasti hyödynnettäisiin. Opettajan 1 mukaan yliopistolla vierailu oli heille iso asia, sillä he pääsivät näkemään ja tutustumaan paikkoihin. Hän huomauttaa, että tämä etu menetettäisiin, jos rikospaikkatutkinta toteutettaisiin kouluissa.

Opettajan 2 mukaan rikospaikkatutkimuksen järjestäminen heidän koulullaan ei tuottaisi ongelmaa, kunhan tilaongelmat saadaan ratkaistua. Hänen mukaansa koululla pyritään järjestämään lukujärjestykset siten, että luokkatilat olisivat mahdollisimman tehokkaasti käytössä, jolloin käytössä oleva työskentelytila jää pieneksi. Kuitenkin hänen mielestään jos rikospaikkatutkimuksen järjestämiseen saisi useamman opettajan ja oppilasryhmästäkin vain puolet olisi työskentelemässä kerrallaan, sen saisi toimimaan varmasti.

12.5 Havainnointitutkimus

Oppilasvierailujen käytännön toteutusta seurattiin tekemällä niistä havaintoja paikan päällä. Havainnointitutkimuksen tavoitteena oli hankkia tietoa oppilasvierailuiden toteutumisista ja hyödyntää saatuja tuloksia muiden tutkimustulosten vahvistamiseksi. Havainnointitutkimuksessa keskityttiin vieraillevien ryhmien ryhmädynamiikkaan, aktiivisuuteen, huolellisuuteen ja vastausten käsittelyyn.

Ryhmien sisäinen työskentely oli yleisellä tasolla sujuvaa. Osassa ryhmiä havaittiin yhteisen työskentelyn aloittamisen vaikeus, mutta rastinvetäjän kannustuksen jälkeen työskentely ryhmäläisten välillä alkoi luonnistua. Tehtäviä jaettiin ryhmien sisällä onnistuneesti sekä oppilaiden itsensä että rastien vetäjien huolehtiessa, että kaikki oppilaat pääsivät osallistumaan työskentelyyn. Joidenkin rastien suorittamiseen riitti ainoastaan kaksi oppilasta, jolloin loput seurasivat vierestä. Joillakin rasteilla oppilaat työskentelivät muodostamissaan ryhmän sisäisissä pienryhmissä.

Havainnoinnin mukaan useimmat oppilaat työskentelivät aktiivisesti ja vapaaehtoisiakin löytyi pyydettäessä. Rastinvetäjän alustuksen jälkeen ryhmät alkoivat useimmiten

työskennellä itsenäisesti, mutta joissakin tapauksissa työt aloitettiin vasta rastinvetäjän kehotuksesta. Osalla rasteista jotkut oppilaat erikseen varmistivat, että hekin pääsevät tutkimaan näytteitä. Tavallisesti oppilaat siirtyivät lähemmäksi katsomaan rastien töissä tapahtuvia muutoksia ja keskustelivat keskenään tekemistään havainnoista. Kaikki ryhmät saivat rasteilla tehtävät työt suoritettua ajallaan. Kun tarvittavat tutkimukset oli tehty ja aikaa oli vielä käytettävissä, osa oppilaista teki omakohtaisia tutkimuksia aiheiden tiimoilta.

Suurin osa oppilaista luki rastien ohjeet lävitse ennen töiden aloittamista ja kaikki noudattivat rastinvetäjän ohjeita. Kokeellisessa työskentelyssä etenkin kemikaaleja käsiteltäessä oppilaat varmistivat toisiltaan tekevänsä oikein. Työvaiheiden jälkeen oppilaat merkitsivät muistiin, mitä aineita mihinkin astiaan oli jo laitettu. Harvoissa tapauksissa rastinvetäjän kysyessä seuraavaa työvaihetta osa oppilaista yritti arvata oikeaa vastausta. Eniten oppilaita huomautettiin suojalasien käyttämisestä.

Tehtyihin töihin liittyviä kysymyksiä oppilaat miettivät keskenään. He hyödynsivät vastauksissaan kemian käsitteitä, mutta osa käytetyistä käsitteistä tai tarvittavista työvaiheista ei ollut tuttuja kaikille oppilaille. Kun rastinvetäjä esitti ryhmille kysymyksiä, niihin kaikkiin vastasi tyypillisesti vain yksi oppilas.

Havaintojen perusteella ryhmädynamiikkaan vaikutti selkeästi ryhmäjako. Oppilaat jaettiin ryhmiin satunnaisesti, eikä heidän välisistään suhteista ollut minkäänlaista käsitystä. Jos näin muodostettu ryhmä koostui esimerkiksi neljästä pojasta ja yhdestä tytöstä, pojat työskentelivät keskenään jättäen tytön ulkopuoliseksi.

Monet oppilaat vaikuttivat motivoituneilta, mikä ilmeni aktiivisena työskentelynä ja vapaaehtoisuutena työvaiheiden suorittamiseen. Koska oppilaiden aikaisemmasta käyttäytymisestä tai luonteesta ei kuitenkaan ollut tietoa, pelkkien havaintojen perusteella ei voida sanoa, kuinka aktiivisia he olivat normaaliin verrattuna.

Havainnoiduista 13 rastista vain yksi suoritettiin ennen puoltapäivää ja loput normaalin koulupäivän viimeisten tuntien aikaan. Myöhäisin havainnointi alkoi kello 15:05. On mahdollista, että myöhäiset ajankohdat vaikuttivat oppilaiden työskentelyyn.

Havaintojen pohjalta rastityöskentelystä ei noussut esiin mitään, mikä olisi poikennut tyypillisestä kemian kokeellisesta työskentelystä. Havainnointitutkimuksesta ei myöskään ilmennyt mitään, mikä olisi ristiriidassa muiden tutkimusmenetelmien tulosten kanssa.

12.6 Yhteenveto tutkimusmenetelmistä

Yleisesti ottaen rikospaikkatutkimus onnistui sille asetetuissa tavoitteissa jokaisessa tutkitussa tapauksessa.

Oppilaista sekä poikien että tyttöjen selkeä enemmistö piti rikospaikkatutkimuksen kontekstilla toteutettua oppilasvierailua positiivisena, mielenkiintoisena ja opettavaisena kokemuksena. He arvioivat tekemänsä kokonaisuuden sijoittuvan kemian mieluisimmista opetustavoista kahden parhaan joukkoon. Rikospaikkatutkimus saikin molemmilta ryhmiltä kouluasteikolla (4–10) kokonaisarvosanaksi noin 8,7.

Oppilasvierailuja suunnitelleiden ja toteuttaneiden yliopisto-opiskelijoiden mielestä niillä pyrittiin motivoimaan oppilaita ja opettamaan heille kemiaa. Heidän mukaansa tavoitteet toteutuivat ja käytetty konteksti onnistui motivoimaan sekä oppilaiden työskentelyä että opiskelijoiden vierailun suunnittelua.

Kurssin ohjaajien mielestä oppilasvierailujen tavoitteena oli kehittää opiskelijoita eri osa-alueilla ja oppilaiden osalta motivoida ja opettaa kemiaa. Heidän mukaansa tavoitteet täyttyivät sekä opiskelijoiden että oppilaiden osalta. Rikospaikkatutkintaa pidetään motivoivana kontekstina ja sekä oppilaat, opiskelijat että oppilasryhmien opettajat pitävät siitä.

Vierailevien oppilasryhmien opettajien mielestä oppilasvierailu motivoi oppilaita ja oppilaat pystyivät hyödyntämään siinä osaamistaan. Heidän mielestään oppilasvierailuun uhrattu aika oli hyvin käytetty.

Havainnointitutkimuksen perusteella oppilasvierailujen rastityöskentely muistutti tyypillistä kemian kokeellista työskentelyä.

Sekä kysely- että haastattelututkimuksista saatiin hyvin yhtenäisiä tuloksia. Oppilaiden kiinnostus rikospaikkatutkimusta kohtaan nousi esille sekä oppilaiden omissa vastauksissa että kurssin ja ryhmän ohjaajien haastatteluissa. Opiskelijoiden mielenkiinto oppilasvierailujen suunnitteluun ja toteutukseen kävi ilmi opiskelijoiden vastauksista ja myös kurssin ohjaajien haastatteluista, joissa todettiin rikospaikkatutkimuksen tarjoaman monipuolisuuden kiinnostavan opiskelijoita. Vierailevien oppilasryhmien ohjaajat kertoivat kokeneensa oppilasvierailut hyödyllisinä ja samaa kertoivat myös kurssin ohjaajat, joiden mukaan koulujen opettajat toivovat rikospaikkatutkimusta järjestettävän lisää.

13 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen yhtenä tarkoituksena oli selvittää, mitä rikospaikkatutkimuksen konteksti tarjoaa kemian opetukselle. Asiaa lähestyttiin sekä teorian että käytännön kannalta perehtymällä aluksi aihetta käsittelevään tutkimuskirjallisuuteen ja tutkimalla sitten kontekstin soveltamista oppilasvierailuihin.

Rikospaikkatutkimus on saanut viihteellisten televisiosarjojen myötä suurta suosiota, joten sillä on hyvät lähtökohdat toimia oppilaiden mielenkiintoa herättävänä tekijänä. Kirjallisuuden mukaan se koostuu 17 osa-alueesta, joista useimmilla on selviä yhteyksiä kemiaan. Nämä seikat mahdollistavat rikospaikkatutkimuksen monipuolisen hyödyntämisen kemian opetuksen kontekstina.

Kontekstisidonnaisen opetuksen tavoitteena on tehdä opetuksesta oppilaille mielenkiintoista ja merkityksellistä. Rikospaikkatutkimusta on hyödynnetty tässä tarkoituksessa kemian osalta monissa tapauksissa ja siitä on saatu lupaavia tuloksia. Suurimmat hyödyt on saatu oppilaiden motivaation kasvussa, millä on ollut selkeä yhteys myös oppimistuloksiin.

Toisen tutkimuskysymyksen tarkoituksena oli selvittää rikospaikkatutkimuksen kontekstissa järjestetyn kokeellisen kemian opetuksen eri osapuolten kokemuksia asiasta. Tätä tarkoitusta varten tutkittiin neljää oppilasvierailua eri menetelmin.

Kokeellisen osan tulosten perusteella rikospaikkatutkimus koettiin innostavaksi ja toimivaksi kaikissa tutkituissa ryhmissä. Tuloksista nousi esille kontekstin motivoiva vaikutus.

Aiempien tutkimusten mukaan kemia koetaan haastavana oppiaineena, eivätkä oppilaat ole motivoituneita sen opiskeluun. Yhtenä syynä tälle on se, että kemia koetaan arkielämästä irrallisena, eikä sen opetusta pidetä kiinnostavana. Tämä vieraantuminen kemiasta näkyi myös tässä tutkimuksessa oppilaiden enemmistön ollessa sitä mieltä, että ”kemia on muutakin kuin mitä koulussa opetetaan”. Eräs ratkaisu näihin ongelmiin voisi olla asioiden opettaminen rikospaikkatutkimuksen kontekstissa.

Tämän tutkimuksen perusteella rikospaikkatutkimus soveltuu kemian opetuksen kontekstiksi erinomaisesti ja sen puitteissa voidaan opettaa oppilaita innostavalla tavalla lähes mitä tahansa kemian osa-alueita. Se ei tarjoa sisällöllisesti mitään uutta, mutta voi antaa oppilaille huomattavasti lisää motivaatiota, mikä perustuu kontekstin antamaan taustatarinaan ja siitä seuraavaan oppilaiden omaan pyrkimykseen ratkaista rikos.

Eräs luonnontieteiden opetuksen ongelma on ollut se, ettei opetettava asia kiinnosta tyttöjä ja poikia samalla tavalla. Tämän tutkimuksen perusteella rikospaikkatutkimuksen kohdalla tällaista eroa ei kuitenkaan ole vaan konteksti kiehtoo molempia.

Kirjallisuusosan perusteella rikospaikkatutkimuksen konteksti soveltuu sekä teoreettiseen että kokeelliseen kemiaan, joista jälkimmäistä tukevat myös kokeellisen osan tulokset. Vastaavanlaisia tuloksia voitaisiin saada toisenlaisellakin kontekstilla, mutta se ei välttämättä herättäisi kiinnostusta samalla tavalla, eikä sillä olisi samanlaisia sidoksia kemiaan.

Tutkimustulosten oikeellisuutta puoltavat kokeellisessa osassa saatujen tulosten vastaavuus kirjallisuudessa esiintyneisiin tuloksiin sekä käytettyjen monipuolisten tutkimusmenetelmien antamat yhdenmukaiset tulokset. Oppilaiden vastauksia suhtautumisesta kemiaan saattaa vääristää se, että tutkittavista ryhmistä puolet opiskeli

kemiaa valinnaisena aineena, jolloin heidän asenteensa sitä kohtaan saattoi poiketa keskimääräisestä. Myös oppilaiden yleinen myönteinen suhtautuminen kemian kokeellisuuteen voi heijastua kontekstista pitämiseen. Ennakkokyselyn puutteesta johtuen ei myöskään voida sanoa varmasti, miten rikospaikkatutkimus vaikutti aiempiin asenteisiin.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin eri osapuolten suhtautumiseen rikospaikkatutkimuksen kontekstissa suoritettua kokeellista opetusta kohtaan. Kokeellisen osan tulosten mukaan opetuksen järjestäjillä oli tavoitteena sekä motivoida että opettaa oppilaita, ja useimmat oppilaat kertoivatkin oppineensa uusia asioita. Mitään oppimistulosten arviointia ei kuitenkaan järjestetty, joten mahdollisena jatkotutkimuksena aiheena voisi olla selvittää, millaisia oppimistuloksia rikospaikkatutkimuksen kontekstilla voidaan saavuttaa.

14 Kirjallisuusluettelo

1. W.F. McComas, *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, Springer Science & Business Media, 2006.

2. S. Avargil, O. Herscovitz ja Y.J. Dori, Teaching thinking skills in context-based learning: teachers' challenges and assessment knowledge, *Journal of Science Education and Technology.* **2012**, *21*(2), 207-225.

3. V. Vesterinen, Nature of science for chemistry education, Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Helsinki, Suomi, **2012**.

4. R. Driver, J. Leach ja R. Millar, *Young people's images of science*, McGraw-Hill Education (UK), 1996.

5. V. Vesterinen, M. Aksela ja M.R. Sundberg, Nature of chemistry in the national frame curricula for upper secondary education in Finland, Norway and Sweden, *NorDina: Nordisk Tidsskrift i Naturfagdidaktikk.* **2009**.

6. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, *Helsinki; Opetushallitus.* **2016**.

7. J. Holbrook ja M. Rannikmae, The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education.* **2009**, *4*(3), 275-288.

8. Y.J. Meichtry, The impact of science curricula on student views about the nature of science, *Journal of Research in Science Teaching.* **1993**, *30*(5), 429-443.

9. P. Kärnä, L. Houtsonen ja T. Tähkä, Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012, **2012**.

10. J.L.S. Ramos, B.B. Dolipas ja B.B. Villamor, Higher order thinking skills and academic performance in physics of college students: A regression analysis, *International Journal of Innovative Interdisciplinary Research.* **2013**, *1*(4), 48-60.

11. D.R. Krathwohl, A revision of Bloom's taxonomy: An overview, *Theory Into Practice.* **2002**, *41*(4), 212-218.

12. J.H. Bius, *Increasing the Understanding of Chemical Concepts: The Effectiveness of Multiple Exposures*, Väitöskirja, Kansasin yliopisto, Kansas, Yhdysvallat, 2016.

13. J.K. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D.F. Treagust ja J.H. van Driel, *Chemical education: towards research-based practice,* Springer, 2002.

14. G. Sirhan, Learning difficulties in chemistry: An overview, *Journal of Turkish Science Education.* **2007**, *4*(2), 2.

15. J. Holbrook ja M. Rannikmae, The nature of science education for enhancing scientific literacy, *International Journal of Science Education.* **2007**, *29*(11), 1347-1362.

16. J.K. Gilbert ja D.F. Treagust, *Multiple representations in chemical education,* Springer, 2009.

17. A.H. Johnstone, Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *Journal of Compututer Assisted Learning.* **1991**, *7*(2), 75-83.

18. K. Himberg, *Tekninen rikostutkinta: johdatus forensiseen tieteeseen,* Poliisiammattikorkeakoulu, 2002.

19. A. Hofstein ja V.N. Lunetta, The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century, *Science Education.* **2004**, *88*(1), 28-54.

20. A. Hofstein, The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research, *Chemistry Education Research and Practice.* **2004**, *5*(3), 247-264.

21. D.L. Pringle ja J. Henderleiter, Effects of context-based laboratory experiments on attitudes of analytical chemistry students, *Journal of Chemical Education.* **1999**, *76*(1), 100.

22. D. King, A. Bellocchi ja S.M. Ritchie, Making connections: Learning and teaching chemistry in context, *Research in Science Education.* **2008**, *38*(3), 365-384.

23. A. Manninen, K. Miettinen ja K. Kiviniemi, Research findings on young people's perceptions of technology and science education: Mirror results and good practice, **2005**.

24. P. Kärnä, R. Hakonen ja J. Kuusela, Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011, *Koulutuksen seurantaraportit.* **2012**, *2*.

25. M.O. Martin, I.V. Mullis, P. Foy ja G.M. Stanco, *TIMSS 2011 International Results in Science.* ERIC, 2012.

26. J. Vettenranta, J. Välijärvi, A. Ahonen, J. Hautamäki, J. Hiltunen, K. Leino ja P. Vainikainen, PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta, **2016**.

27. D. Cheung, Confirmatory factor analysis of the attitude toward chemistry lessons scale, *Proceeding of the 2nd NICE Symposium, Taipei, Taiwan,* **2007**.

28. A.M. Bulte, H.B. Westbroek, O. de Jong ja A. Pilot, A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts, *International Journal of Science Education.* **2006**, *28*(9), 1063-1086.

29. D. Cheung, Students' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender, *Research in Science Education.* **2009**, *39*(1), 75-91.

30. K. Vaino, J. Holbrook ja M. Rannikmäe, Stimulating students' intrinsic motivation for learning chemistry through the use of context-based learning modules, *Chemistry Education Research and Practice.* **2012**, *13*(4), 410-419.

31. P. Nuora, *Monitapaustutkimus LUMA-toimintaan liittyvissä oppimisympäristöissä tapahtuvista kemian oppimiskokemuksista*, Research report / Department of Chemistry, University of Jyväskylä, 197., Doctor of Philosophy, University of Jyväskylä, Finland, 2016.

32. C.S. Hulleman ja J.M. Harackiewicz, Promoting interest and performance in high school science classes, *Science.* **2009**, *326*(5958), 1410-1412.

33. S.M. Glynn ja T.R. Koballa, Motivation to learn college science, *Handbook of College Science Teaching.* **2006**, *25* V32.

34. R.D. Simpson ja J. Steve Oliver, A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students, *Science Education.* **1990**, *74*(1), 1-18.

35. E. Cukrowska, M.G. Staskun ja H.S. Schoeman, Attitudes towards chemistry and their relationship to student achievement in introductory chemistry courses. *South African Journal of Chemistry.* **1999**, *52*(1),.

36. M. Weinburgh, Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991, *Journal of Research in Science Teaching.* **1995**, *32*(4), 387-398.

37. S.E. Lewis, J.L. Shaw, J.O. Heitz ja G.H. Webster, Attitude counts: Self-concept and success in general chemistry, *Journal of Chemical Education.* **2009**, *86*(6), 744.

38. D.E. Rose, Context-based learning. Kirjassa: Anonymous *Encyclopedia of the Sciences of Learning,* Springer, 2012, ss. 799-802.

39. de Putter-Smits, Lesley Gervase Ada, Science teachers designing context-based curriculum materials: developing context-based teaching competence, **2012**.

40. R. Taconis ja P. den Brok, *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science,* Springer, 2017.

41. L.K. Charkoudian, J.J. Heymann, M.J. Adler, K.L. Haas, K.A. Mies ja J.F. Bonk, Forensics as a gateway: Promoting undergraduate interest in science, and graduate student professional development through a first-year seminar course, *Journal of Chemical Education.* **2008**, *85*(6), 807.

42. L. Ahrenkiel ja M. Worm-Leonhard, Offering a Forensic Science Camp To Introduce and Engage High School Students in Interdisciplinary Science Topics, *Journal of Chemical Education.* **2014**, *91*(3), 340-344.

43. A.F. Meyer, C.M. Knutson, S.A. Finkenstaedt-Quinn, S.M. Gruba, B.M. Meyer, J.W. Thompson, M.A. Maurer-Jones, S. Halderman, A.S. Tillman ja L. DeStefano, Activities for Middle School Students To Sleuth a Chemistry "Whodunit" and Investigate the Scientific Method, *Journal of Chemical Education.* **2014**, *91*(3), 410-413.

44. R.E. Rose ja N. Fitzgerald, Incorporating a forensic science problem-solving activity into an analytical chemistry laboratory course, *Chemical Educator.* **2011**, *319322*.

45. D.J. Beussman, The Mysterious Death: An HPLC Lab Experiment, *Journal of Chemical Education.* **2007**, *84*(11), 1809.

46. S.M. Contakes, Misconduct at the lab? A performance task case study for teaching data analysis and critical thinking, *Journal of Chemical Education.* **2015**, *93*(2), 314-317.

47. A.B. Kanu, M. Pajski, M. Hartman, I. Kimaru, S. Marine ja L.J. Kaplan, Exploring Perspectives and Identifying Potential Challenges Encountered with Crime Scene

Investigations when Developing Chemistry Curricula, *Journal of Chemical Education.* **2015**, *92*(8), 1353-1358.

48. E. Nienhouse, *Chemistry and crime: A laboratory-based forensic science techniques course as an alternative to a natural science requirement.* **1985**.

49. M.J. Smith, I.C. Vale ja F.M. Gray, Identification of Paper by Stationary Phase Performance, *Journal of Chemical Education.* **2014**, *91*(10), 1679-1683.

50. K.A. Frederick, Using forensic science to teach method development in the undergraduate analytical laboratory, *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* **2013**, *405*(17), 5623-5626.

51. M.K. Maurer, M.R. Bukowski, M.D. Menachery ja A.R. Zatorsky, Inquiry-Based Arson Investigation for General Chemistry Using GC− MS, *Journal of Chemical Education.* **2010**, *87*(3), 311-313.

52. S. Belt, E. Evans, T. McCreedy, T. Overton ja S. Summerfield, A problem based learning approach to analytical and applied chemistry, *University Chemistry Education.* **2002**, *6*(2), 65-72.

53. P.D. Marle, L. Decker, V. Taylor, K. Fitzpatrick, D. Khaliqi, J.E. Owens ja R.M. Henry, CSI–Chocolate science investigation and the case of the recipe rip-off: Using an extended problem-based scenario to enhance high school students' science engagement, *Journal of Chemical Education.* **2014**, *91*(3), 345-350.

Liitteet

Liite 1: Esimerkki oppilasvierailussa käytetystä ohjeistuksesta

Liite 2: Oppilaiden kyselylomake

Liite 3: Opiskelijoiden kyselylomake

Liite 4: Kurssin ohjaajien haastattelurunko

Liite 5: Ryhmän opettajien haastattelurunko

Liite 6: Havainnointilomake

Liite 1

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Oppilasvierailu 4.4.2017

Mysteeri kemianlaitoksella

Jyväskylän yliopiston kemian laitokselle on tullut arvostettu professori Elina Essori vierailemaan. Prof. Essori on juuri julkaissut ylistetyn ja maailmalla paljon huomiota saaneen tutkimuksen Kanan munien keittämisestä ja niiden kemiallisesta koostumuksesta. Prof. Essori on myös kehittänyt omassa yliopistossaan taidokkaasti kemian laitosta ja saanut tästä suuresti kiitosta. Yliopisto juhlisti professorin vierailua antamalla hänelle ruusuja sekä yliopiston kemian laitokselle tyypilliseen tapaan yliopiston oman salaisella reseptillä tehdyn herkullisen pullapitkon. Prof. Essori jätti lahjansa taukohuoneen jääkaappiin odottamaan, mistä se seuraavaan kahvitaukoon mennessä oli hävinnyt. Tästä suivaantuneena professori päätti jäljittää varkaan.

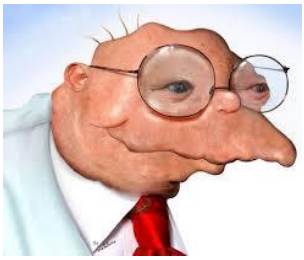
Käytävältä taukohuoneen ulkopuolelta professori löysi kahdenlaisia murusia. Voisivatko toiset näistä olla osa kadonnutta pullapitkoa?

Professori tutki epäiltyjen työhuoneita. Heidän kaikkien pöydiltä löytyi valkoista jauhetta. Voisiko jokin näistä olla peräisin pullasta?

Professori aloitti tutkimuksensa tarkastamalla taukohuoneen jääkaapin. Sieltä hän löysi muovirasiaan pakatun, hieman tummuneen salaatin.Tätä salaattia ei ollut jääkaapissa aikaisemmin. Voisiko salaatti kuulua syylliselle? Rasian päällä olevaan lappuun oli kirjoitettu mustalla tussilla nimi, josta ei valitettavasti enää saanut selvää.

Epäiltyjen hihoista löytyi punertavia tahroja. Onko syyllinen saanut haavan käteensä ruusuista? Vai ovatko tahrat peräisin ruokalassa tarjoillun hotdogin huolettomasta mutustelusta kiireisellä ruokatauolla?

Epäilyttäviä henkilöitä ovat prof. Essorin mielestä:



Arttu. W. Tiskari, 32 vuotias, tohtorikoulutettava

Arttu on innokas tutkijan alku, joka on intohimoinen kanojen kasvattaja sekä Sims 4 pelaaja. Arttu on huumorintajuinen työkaveri, mutta Artun

pilat menevät välillä työkavereiden mielestä liian pitkälle, niin kuin myös Artun innokkuus laulaa karaokea työporukan yhteisissä illanvietoissa...

Professori B. Urns, 52 vuotias, kemian laitoksen johtaja.

Professori B. Urns on työlleen antautunut lempeä johtaja, josta alaiset ja opiskelijat pitävät kovasti. Tästä huolimatta B. Urns ei ole saanut mielestään työstään tarpeeksi kiitosta. Yliopiston piireissä puhutaankin, että hän on ollut jo vuosia kateellinen prof. Essorille tämän saamasta valtakunnallisesta huomiosta. Työnsä lisäksi B. Urns harrastaa koruompelua ja kissavideoiden katsomista.

Valtteri Valkoinen, 50 vuotias, yliopisto-opettaja.

Valtteri on erikoistunut orgaaniseen kemiaan ja sen opettamiseen. Hän on tunnettu herkkusuu yliopistolla ja tiedetäänkin, että Valtterin lähelle ei herkkuja kannata jättää. Valtteri harrastaa leipomista ja on ollut mukana koko suomi leipoo ohjelmassakin. Valtterin usein tapaakin siten, että hänellä on muffinsi kädessä ja hihat valkoisessa jauhossa. Leipomisen lisäksi valtteri harrastaa aerobicia työkaveriensa kanssa.

Ulla T. A. Alasmaa, 48 vuotias, tutkija.

Ulla on maailmallakin paljon mainetta saanut kemisti. Ulla on hyvin omistautunut työlleen ja tietään kehittäminen on lähellä Ullan sydäntä. Ullan ja prof. Essorin tutkimukset ovat usein menneet lähes päällekkäin ja kopiointi syytöksiä on sadellut kummaltakin osapuolelta. Näiden erimielisyyksien takia Ulla ei edes tullut tervehtimään prof. Essoria. Kemian lisäksi Ulla rakastaa kasvisruokaa sekä kissaansa Kultaa, joka usein onkin Ullan mukana yliopistolla.

Tarmo T. Utkija, 27 vuotias, yliopisto opettaja.

T. Utkija on nuoresta iästään huolimatta ehtinyt tehdä paljon töitä tieteen hyväksi ja hän onkin hyvin kiireinen henkilö. Tästä huolimatta hän ei ole edennyt urallansa mielestään riittävästi. Huhujen mukaan hänellä on kaunoja Prof. Essoria kohtaan, jonka kanssa hän on työskennellyt uransa alussa. Nyt T. Utkija on keskittynyt tutkimukseen munien koostumuksesta ja kemian opettamiseen yliopistolla. Monet opiskelijat ovat pitäneet Tarmoa epäpätevänä ja jopa vaarallisena opettajana.

Masa T. Alkkari. 59 vuotias, kemianlaitoksen talonmies.

Masa on työskennellyt jo vuosikausia kemianlaitoksella ja tuntee laitoksen kuin omat taskunsa. Masa on hiljainen kaveri, eivätkä työkaverit tiedä Masasta oikein mitään. Kuka Masa on? Ja mistä hän on kemian laitokselle tullut? Se Masasta kuitenkin tiedetään, että hän osaa loistavasti korjata kemianlaitoksen tukkeutuneet putket. Masan työn jälki on kuitenkin huonontunut sen jälkeen kun kerrottiin, että prof. Essori on tulossa vierailulle.

Työohje

Valkoisten jauheiden tunnistaminen

Jokaisen epäillyn vaatteista löytyi valkoista hienojakoista jauhetta. Pullapitkon päällä oli koristeluna raesokerin lisäksi kerros tomusokeria. Prof. Essori otti jokaisen epäillyn vaatteissa olleesta jauheesta näytteen. Kenen vaatteilla oli tomusokeria?

Tee näin:

- Laita kaikkiin dekantterilaseihin vettä noin puolet astian tilavuudesta
- Liuota tomusokeria yhteen astiaan. Seuraa liukenemista ja tee siitä havaintoja.
- Lisää eri jauheita jokaista omaan astiaansa yhtä kerrallaan. Tee havaintoja liukenemisesta. Kenen epäillyn näyte vastaa liukenemiseltaan tomusokeria?

Mitä tapahtuu tomusokerille? _____

Mitä tapahtuu ***Arttu. W. Tiskarin*** näytteelle? _____

Mitä tapahtuu ***professori B. Urnsin*** näytteelle? _____

Mitä tapahtuu ***Valtteri Valkoisen*** näytteelle? _____

Mitä tapahtuu ***Ulla T. A. Alasmaan*** näytteelle? _____

Mitä tapahtuu ***Tarmo T. Utkijan*** näytteelle? _____

Mitä tapahtuu ***Masa T. Alkkarin*** näytteelle?_____

Rasti ruutuun epäillyn nimen viereen, jos hän on tämän tutkimuksen perusteella syytön

Epäilty:	Syytön?
Arttu. W. Tiskari	
Professori B. Urns	
Valtteri Valkoinen	
Ulla T. A. Alasmaa	
Tarmo T. Utkija	
Masa T. Alkkari	

Verijäljet

Jokaisen epäillyn vaatteista löytyi punertavia, verijäljiltä näyttäviä tahroja. Tunnista, kenen vaatteilla oli verta käyttäen rikossarjoistakin tuttua menetelmää, luminoli-liuosta.

Suihkuta luminolia ja vetyperoksidia kangaspalalle verijäljeltä näyttävään kohtaan. Sammuta valot, jolloin verijälki hohtaa sinertävänä. Veren hemoglobiinissa oleva rauta saa aikaan luminolin ja vetyperoksidin välillä reaktion, rauta toimii valoreaktiossa katalyyttinä.

Rasti ruutuun epäillyn nimen viereen, jos hän on tämän tutkimuksen perusteella syytön

Epäilty:	Syytön?
Arttu. W. Tiskari	
Professori B. Urns	
Valtteri Valkoinen	
Ulla T. A. Alasmaa	
Tarmo T. Utkija	
Masa T. Alkkari	

Tussin jäljen tunnistaminen.

Jokaiselta epäilyltä professori löysi mustan tussin. Mustia tusseja oli kahta eri merkkiä. Epäillyistä Ulla, Valtteri, Arttu ja prof. B. Urns käyttivät tussia 1 ja epäillyistä Masa ja Tarmo käyttivät tussia 2 . Minkä tussin jälkeä löytyi jääkaapista?

Tee näin:

- Piirrä paperin alareunaan noin 1 cm päähän alakulmasta pisteet tusseilla (merkitse lyijykynällä ylös paperiin mikä tussi on kyseessä
- Kaada kromatografia astiaan pohjalle vähän etanolia.
- Laita paperin astiaan, siten että tussilla piirretyt pisteet alareunassa, eivät kosketa etanolia ja laita kansi astian päälle
- Kun neste on liikkunut noin 4 cm paperilla, nosta paperi astiasta ja vertaa sitä jääkaapista löydettyyn tussin jälkeen.

Paperikromatografiassa pisara tutkittavaa näytettä laitetaan paperille, jonka jälkeen liuottimen annetaan imeytyä paperiin. Tutkittava seos liikkuu paperissa liuottimen avulla. Eri yhdisteet liikkuvat paperia pitkin eri nopeudella, tämä johtuu poolisuus eroista.

Pohtikaa yhdessä:

Mikä tussi on kyseessä?_____

Mitä ajoliuosta käytettiin?_____

Voitaisiinko käyttää jotakin muuta ajoliuosta?_____

Rasti ruutuun epäillyn nimen viereen, jos hän on tämän tutkimuksen perusteella syytön

Epäilty:	Syytön?
Arttu. W. Tiskari	
Professori B. Urns	
Valtteri Valkoinen	
Ulla T. A. Alasmaa	
Tarmo T. Utkija	
Masa T. Alkkari	

Murusten tunnistaminen

Prof. Essori löysi murusia A jotka olivat käytävällä, jotka johtivat Masan, Valtterin ja Tarmon työhuoneisiin. Lisäksi hän löysi murusia B, jotka johtivat Ullan, B. Urnsin ja Artun työhuoneisiin. Voisivatko jommatkummat muruset olla pullasta peräisin?

Mitä ravintoaineita pulla sisältää?_____

Tee näin:

- Nimeä koeputket. A, B, C, D
- Kaada koeputkeen A teelusikan kärjellinen näytettä A ja lisää sinne n 2 cm vettä
- Kaada koeputkeen B teelusikan kärjellinen näytettä B lisää sinne n 2 cm vettä
- Kaada koeputkeen C sokeria ja lisää sinne n 2 cm vettä
- Kaada koeputkeen D vain n 2 cm vettä
- Sekoita koeputkia varovasti
- Lisää kaikkiin koeputkiin 3 tippaa kuparisulfaattiliuosta ja 5 tippaa natriumhydroksidiliuosta. Sekoita

- Laita kaikki koeputket vesihauteeseen noin 5 minuutiksi.
- Kirjaa havainnot ylös.
- Laita jätteet niille varattuun astiaan.

Pohtikaa yhdessä:

Mitä havaitsitte?
_____

Kumpi näyte on peräisin pullasta? _____

Missä muissa ruoka-aineissa on sokereita? _____

Rasti ruutuun epäillyn nimen viereen, jos hän on tämän tutkimuksen perusteella syytön

Epäilty:	Syytön?
Arttu. W. Tiskari	
Professori B. Urns	
Valtteri Valkoinen	
Ulla T. A. Alasmaa	
Tarmo T. Utkija	
Masa T. Alkkari	

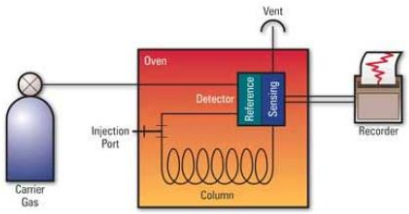
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
WWW.JYU.FI

Kemiallisten yhdisteiden eristäminen ja tunnistaminen

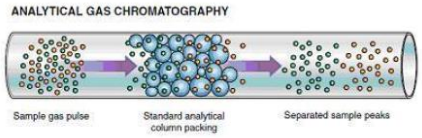
Kemiallisten yhdisteiden tunnistaminen on usein tärkeä osa kemian tutkimusta ja myös rikoksen ratkaisemista. Rikosten ratkaisemisen näkökulmasta alkoholilla, huumeilla, myrkyillä, väriaineilla, räjähteillä ja kuiduilla on niille ominaiset kemialliset ominaisuudet.

Kromatografia on laajalti käytetty kemiallinen tutkimus- ja analyysimenetelmä. Sitä käytetään erottelemaan, tunnistamaan ja mittaamaan tutkittavat käytteen sisältämät komponentit ja niiden pitoisuudet.

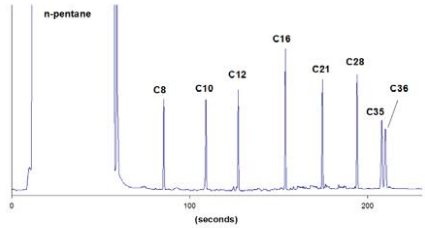
(1) Kaasukromatografiassa näyte kuumennetaan ja johdetaan kaasumaisessa olomuodossa pitkään ohueen metalliputkeen, kolonniin.



(2) Jokainen tutkittavan näytteen ainesosa reagoi omalla tavallaan kolonnissa olevan kemikaalin kanssa. Tästä johtuen näytteen ainesosat liikkuvat eri nopeudella metalliputkessa ja tulevat ulos putkesta eri aikoihin.



(3) Kromatografi tulostaa käyrän, jonka piikit ovat näytteen aineisosia.



(4) Analyysin tuloksena saatuja käyriä verrataan tunnettujen aineiden vastaaviin käyriin. Piikin koko ilmaisee, kuinka paljon tutkittavaa ainetta näytteessä on.

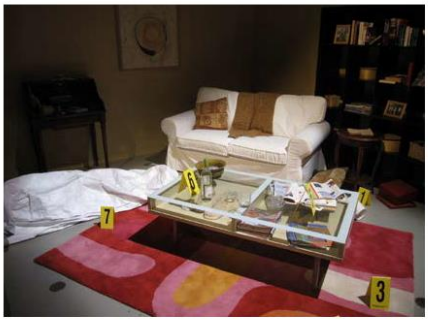
Kromatografiin voidaan liittää massaspektrometri (GC-MS), mikä edelleen helpottaa asiantuntijan työtä näytteen analysoinnissa.

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
WWW.JYU.FI

Rikospaikan tekninen tutkinta

Teknisen rikostutkinnan avulla hankitaan tietoa rikoksen tai onnettomuuden tapahtumapaikalta. Rikospaikalta, rikoksen uhrista, syylliseksi epäillystä ja muista asianosaisista taltioidaan näytteitä myöhempiä analyysejä varten. Käytettyjä tutkimusmenetelmiä ovat valokuvaus sekä erilaisten näytteiden ottaminen ja niiden tutkiminen. Sormenjäljet, hiukset, veri- ja eritejäljet, tekstiilikuidut sekä maali-, lasi- ja ruutisavuhiukkaset ovat tyypillisiä tutkimuskohteita.



Rikospaikkatutkinnan aloittaa ensimmäisenä paikalle saapuva poliisipartio. Vaikeasti tutkittavien ja törkeiden rikosten tekninen tutkinta on usein pitkäkestoista ja se vaatii lisäksi erikoiskoulutusta ja –välineistöä sekä kokemusta. Vaativan rikospaikkatutkinnan hoitavatkin siihen erikoistuneet rikospaikkatutkijat.

Suomessa poliisin rikosteknisissä yksiköissä työskentelee noin 200 alan erikoiskoulutuksen saanutta henkilöä. Rikospaikkatutkinnan lisäksi yksiköissä tehdään laboratoriotutkimuksia valmistelevaa tutkintaa, kuten sormenjälkien ja hiusnäytteiden hakua sekä mikroskopointia.

Rikospaikkatutkijan jokapäiväisiä työvälineitä ovat kertakäyttökäsineet, erilaiset pensselit, näytepussit, näyterasiat ja kamera. Rikospaikkatutkija kerää työssään sormenjälkiä, jalanjälkiä sekä dna-, kuitu- ja muita näytteitä monin eri tavoin.

Yleensä rikospaikkatutkintaa tehdään kaikissa törkeissä rikoksissa (väkivalta-, henki- tai omaisuusrikokset), onnettomuuksissa ja tulipaloissa.

Työ vaatii pitkäjänteisyyttä, huolellisuutta ja innovatiivisuutta. Lisäksi työssä auttaa, jos on tekniikasta ja teknisistä laitteista kiinnostunut. Usein asioita kehitetään ja ratkaistaan yhdessä toisten tutkijoiden kanssa.

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Kysymyksiä

1) Mitä näytteitä rikospaikalta usein otetaan tutkittavaksi?

2) Mitä välineitä rikospaikkatutkija käyttää työssään?

3) Mihin kromatografiaa käytetään?

4) Mitä kaasukromatografiassa tapahtuu? Kerro lyhyesti.

Liite 2

Tervetuloa tekemään tiedettä!

Vastaamalla tähän kyselyyn saat äänesi kuulumaan kemian kontekstisidonnaista kokeellista opetusta tutkivassa pro gradu -tutkielmassani. Mielipiteesi ovat arvokkaita, joten olethan huolellinen vastatessasi. Kiitos jo etukäteen! t. Asmo Roponen

Taustatiedot

Tyttö ☐ Poika ☐

Minkälainen kokemus tämä rikospaikkatutkimus oli sinulle?

Päädyitkö rasteilla tehtyjen töiden avulla lopulta oikeaan vastaukseen? Kyllä ☐ ☐ En

Toiko rikospaikkatutkinta uusia näkökulmia kemiaan? Jos, niin mitä?

Mitä uutta opit?

Mikä tai mitkä asiat herättivät mielenkiintoa? Perustele.

Mikä rasti oli mieluisin? Perustele.

Mikä rasti oli vähiten kiinnostava? Perustele.

Minkä kouluarvosanan (4 - 10) antaisit koko rikospaikkatutkinnalle?

Pohdi, miten seuraavat kemian opetusmenetelmät sopivat sinulle. Voit miettiä esimerkiksi sitä, mitkä näistä ovat mielenkiintoisia tai vaikka mistä itse oppisit parhaiten. Anna pohtimasi perusteella jokaiselle menetelmälle numeroarvosana väliltä 1 – 5, jossa 1 on huonoin ja 5 paras.

Ryhmässä keskustelu	1	2	3	4	5
Itsenäinen työskentely	1	2	3	4	5
Oppikirjan lukeminen	1	2	3	4	5
Tietokirjallisuuden lukeminen	1	2	3	4	5
Esseiden, referaattien tms. kirjoittaminen	1	2	3	4	5
Käsitekartan laatiminen	1	2	3	4	5
Opettaja esittää uutta asiaa ja ratkoo uusia ongelmia	1	2	3	4	5
Opettaja esittää demonstraatioita	1	2	3	4	5
Oppilastöiden tekeminen	1	2	3	4	5
Projektitöiden tekeminen	1	2	3	4	5
Rikospaikkatutkimus	1	2	3	4	5
Vierailija oppitunnilla	1	2	3	4	5
Vierailu teollisuuteen, tiedekeskukseen tai museoon	1	2	3	4	5

Arvioi seuraavia väittämiä asteikolla 1 – 5, jossa 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä.

Pidän kemiasta enemmän kuin muista oppiaineista	1	2	3	4	5
Kemian oppitunnit ovat kiinnostavia	1	2	3	4	5
Kemia on haastava oppiaine	1	2	3	4	5
Kemia on hyödyllinen oppiaine	1	2	3	4	5
Pidän kemian kokeellisista töistä	1	2	3	4	5
Kemian osaaminen kuuluu yleissivistykseen	1	2	3	4	5
Harkitsen jatkavani kemian parissa tulevaisuudessa	1	2	3	4	5
Kemian opiskelu vaatii erityistä lahjakkuutta	1	2	3	4	5
Kemian opiskelun pitää olla pakollista kaikille	1	2	3	4	5
Kemialla on tärkeä rooli yhteiskunnassa	1	2	3	4	5
Kemia on oikeasti muutakin kuin mitä koulussa opetetaan	1	2	3	4	5

Liite 3

Hei!

Kerään tästä rikospaikkatutkimuksesta aineistoa kemian kontekstisidonnaista kokeellista opetusta käsittelevään pro gradu –tutkielmaani. Tutkimukseni tarkoitus on selvittää, mitä tällainen rikospaikkatutkimus mahdollistaa kemianopetuksessa ja miten eri osapuolet sen kokevat. Tämän kyselyn tarkoituksena on selvittää toteuttajien näkökantoja asiasta. Vastauksesi ovat siis arvokkaita!

Terveisin,

Asmo Roponen <asmo.roponen@gmail.com>

Millaisia tavoitteita rikospaikkatutkimuksella oli kokonaisuudessaan?

Millaisia tavoitteita oli yksittäisillä rasteilla?

Miten arvioisit tavoitteiden toteutumista? Onnistuiko projekti omasta mielestäsi?

Millainen vaatimustaso rasteilla oli oppilaiden valmiuksiin nähden? Olivatko rastit liian helppoja / liian vaikeita?

Miten motivoitte oppilaita? Toimiko se?

Millaisia haasteita projektin aikana esiintyi?

Mitä uutta opit tästä projektista?

Millainen kokemus tämä oli itsellesi?

Tekisitkö tämän rikospaikkatutkimuksen osalta nyt jotain toisin? Jos, niin mitä?

Miten hyvin tällainen rikospaikkatutkimus olisi mielestäsi siirrettävissä kouluihin toteutettavaksi?

Oliko rikospaikkatutkimukselle esikuvaa? Mistä ideat? (CSI, omat kokemukset)

Millaisia tavoitteita tällä rikospaikkatutkinnalla oli?

- Opiskelijoiden kannalta?
- Oppilaiden kannalta?

Miten arvioisit tavoitteiden toteutumista?

- Oppilailla?
- Opiskelijoilla?

Miksi rikospaikkatutkintaa on alettu järjestää?

- Esikuvat, tieteellinen pohja, kokeilu?
- Montako kertaa järjestetty?

Millaista palautetta rikospaikkatutkinnasta on saatu vuosien varrella?

Onko rikospaikkatutkimuksen vaikuttavuutta arvioitu?

Minkälaisia haasteita opiskelijat kohtasivat projektin aikana? Miten niistä selvittiin?

Kuinka vapaat kädet opiskelijoilla oli suunnittelussa?

- Tutustuivatko aikaisempien vuosien tuotoksiin?
- Millaiset puitteet projektilla oli? Pitikö rajoittaa kenttäkoulujen mahdollisuuksiin?

Projektin yhtenä tarkoituksena oli motivoida oppilaita. Kuinka hyvin tämä mielestäsi onnistui?

Miten hyvin tällainen rikospaikkatutkinta olisi mielestäsi siirrettävissä kouluihin toteutettavaksi?

Liite 5

Tutkimuksessa tarkastellaan kemian opettamista rikospaikkatutkimuksen kontekstissa useiden toimijoiden kannalta. Tällä haastattelulla pyritään selvittämään kentällä toimivien opettajien näkemyksiä asiasta.

1. Miten rikospaikkatutkimus mielestäsi käytännössä toimi?
    a. Mitä hyvää siinä oli?
    b. Miten se toimisi vielä paremmin?

2. Motivoiko rikospaikkatutkimus oppilaita?
    a. Millä asenteella oppilaat tulivat tapahtumaan? Millaisia odotuksia heillä mahdollisesti oli?
    b. Puhuttiinko tapahtumasta mitään jälkeenpäin? Jäikö oppilaille mitään mieleen?

3. Pystyivätkö oppilaat hyödyntämään aiempaa osaamistaan rikospaikkatutkimuksessa?

4. Mitä uutta oppilaat mielestäsi oppivat rikospaikkatutkimuksesta?

5. Oliko rikospaikkatutkimus käytettyyn aikaan nähden hyödyllinen?

6. Miten hyvin rikospaikkatutkimus olisi mielestäsi toteutettavissa kouluissa?

7. Onko vielä jotain, mitä haluaisit aiheesta sanoa?

Kiitos haastattelusta!

Ryhmädynamiikka

Miten työt jakautuvat?
Työskennellään yksin vai ryhmässä?
Pyydetään apua tarvittaessa? Keneltä?
Kuinka eriävät mielipiteet käsitellään?

Aktiivisuus

Keskitytäänkö rastiin?
Ovatko oppilaat innostuneita?
Vaikuttavatko oppilaat kyllästyneiltä?
Kuinka paljon saavat avustusta rastin etenemiseen?

Huolellisuus

Luetaanko ohjeet ennen aloittamista?
Noudatetaanko ohjeita?
Sählätäänkö rastia tehdessä?

Vastausten käsittely

Keskustellaanko kysymyksistä?
Perustellaanko?
Miten kemia ilmenee keskusteluissa (termit ja sisällöt)?
Millainen on rastinvetäjän rooli?