

Kemian opetus
ammattillisessa peruskoulutuksessa

Pro gradu -tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Kemian laitos
Kemian opettajankoulutus
6.12.2020
Tiia Ketonen

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa muodostettiin yleiskuva ammatillisen peruskoulutuksen kemian opetuksesta ja ammatillisessa koulutuksessa työskentelevän kemian opettajan työstä. Tutkimuksen kirjallisessa osassa perehdytään erilaisiin näkemyksiin oppijan oppimisesta sekä kemian opetuksessa yleisimmin käytettyihin opetusmenetelmiin. Lisäksi tarkastellaan kemian oppiaineen erityispiirteitä ja niiden vaikutusta aineen opettamiseen sekä opetuksen rakentumista linjakkaan opetuksen ja suunnittelun mukaisesti.

Ammatilliselle koulutukselle ominainen piirre on työelämää vahvasti painottava näkökulma. Tämä näkyy kemian opetuksessa ammattialakohtaisen osaamisen korostumisena sekä opetussuunnitelman tavoitteissa että käytännön opetuksessa erilaisten ilmiöiden ja sisällön käsittelyssä. Kemia erityispiirteinen on haastava oppiaine. Sen oppiminen edellyttää selkeästi rakennettua opetuskokonaisuutta, jossa opettajan tulee tuntee niin alakohtaisesti keskeiset kemian sisällöt, kemian erityispiirteiden vaikutus opetukseen sekä erilaisten opetusmenetelmien kautta oppijan tukemisen ja ajattelun kehittämisen mahdollisuudet.

Tutkimuksen kokeellisessa osassa selvitettiin kemian opetuksen käytänteitä ja tuotiin esiin opettajien omia näkemyksiä kemian opettamisesta ja oppimisesta ammatillisessa viitekehyksessä. Tutkimus toteutettiin haastattelututkimuksena eri ammatillisista peruskoulutusta tarjoavien koulutuslaitosten kemian opettajille. Tavoitteena oli selvittää, miten kemian erityispiirteet ja opetusmenetelmät näkyvät opetuksessa ja miten opettaja toteuttaa oman opetuksensa suunnittelun, käytännön ja kehittämiseen.

Haastattelututkimuksen tulosten mukaan opetus toteutettiin pääosin opettajajohtoisesti. Opetuksen suunnittelussa kemian sisältöön ja työskentelytapojen valintaan vaikuttivat opettajan omat näkemykset alan kemian osaamisen tarpeista sekä ryhmän opillisesta tasosta. Tutkimuksen perusteella kemian opetukselle ominainen kokeellisuus jää ammatillisessa koulutuksessa vähäiseksi. Oppimisen haasteet liittyvät vahvasti kemian erityispiirteisiin kuten korkeaan käsitteellisyteen ja aineen abstraktiin luonteeseen, mutta oppijan ymmärtämistä ei käytännössä juurikaan tuettu opetusmenetelmien monipuolisella käytöllä tai kemian erityispiirteiden huomioimisella opetuksen suunnittelussa tai toteutuksessa.

Esipuhe

Tutkimus tehtiin Jyväskylän yliopistossa pääosin kesän ja syksyn 2020 aikana. Sen aihe valikoitui jo kesällä 2019, jolloin myös kirjalliseen osan koostaminen on aloitettu. Lähteiden etsimisessä on hyödynnetty Google Scholar -hakua, paikallisia kirjastoja sekä opetushallituksen että ammatillisten oppilaitosten opetussuunnitelmia. Kokeellisen osan haastattelut tehtiin syksyn 2020 aikana.

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda yleiskuva kemian opetuksesta ja sen toteutuksesta ammatillisessa peruskoulutuksesta kemian opettajan näkökulmaa korostaen. Lisäksi tarkasteltiin kemian opetusmenetelmien ja aineen erityispiirteiden ilmenemistä ammatillisessa viitekehyksessä.

Kiitos työni ohjaajana toimineelle Jouni Välisaarelle kaikesta kannustuksesta, tuesta ja ohjauksesta tutkimuksen eri vaiheissa. Kiitos myös tutkimukseen osallistuneiden oppilaitosten opettajille oman työnsä ja näkemystensä avaamisesta. Lisäksi haluan kiittää Jaakko Ilkan koulun opettajia myötäelämisestä ja teknisestä tuesta tutkimuksen loppuvaiheilla.

Tiia Ketonen

Sisällysluettelo

| | |
|---|-----|
| Tiivistelmä..... | i |
| Esipuhe..... | ii |
| Sisällysluettelo..... | iii |
| 1. JOHDANTO..... | 1 |
| 2. OPPIMISKÄSITYKSET..... | 2 |
| 2.1 Erilaiset oppimiskäsitykset opetuksessa..... | 2 |
| 2.2 Behaviorismi..... | 3 |
| 2.3 Kognitivismi..... | 3 |
| 2.4 Konstruktivismi..... | 4 |
| 2.4.1 Konstruktivismin sosiaalinen ja psykologinen näkökulma..... | 5 |
| 2.4.2 Konstruktiiivinen oppimiskäsitys..... | 6 |
| 2.4.3 Konstruktivistinen pedagogiikka..... | 7 |
| 3. PEDAGOGISET MALLIT KEMIAN OPETUKSESSA..... | 8 |
| 3.1 Opetus ja opetusmenetelmät..... | 8 |
| 3.2 Luento-opetus..... | 9 |
| 3.3 Yhteistoiminnallinen oppiminen..... | 10 |
| 3.3.1 Yhteistoiminnallinen kemian opetus..... | 12 |
| 3.3.2 Yhteistoiminnallisuuden haasteet..... | 12 |
| 3.4 Tutkiva oppiminen..... | 13 |
| 3.5 Ilmiöpohjainen oppiminen..... | 15 |
| 3.6 Toiminnallinen oppiminen..... | 16 |
| 3.6.1. Tekemällä oppiminen..... | 17 |
| 3.6.1 Kognitiivinen oppipoikamalli..... | 18 |
| 4. KEMIAN OPETUKSEN ERITYISPIIRTEET JA TYÖSKENTELYTAVAT..... | 20 |
| 4.1 Kemian opetus ja sen erityispiirteet..... | 20 |
| 4.1.1 Abstrakti luonne..... | 20 |
| 4.1.2 Kemian tiedon kolmitaso..... | 21 |
| 4.1.3 Kemian kieli..... | 22 |
| 4.1.4 Kokeellisuus..... | 23 |
| 4.2 Kemian opetuksen keskeiset työskentelytavat..... | 24 |
| 4.2.1 Tutkimusnäkökulman korostuminen..... | 24 |
| 4.2.2 Mallit ja mallinnus kemian opetuksessa..... | 24 |
| 4.2.3 Demonstraatiot..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 4.2.4 Laboratorio-opetus..... | 27 |
| 5. KEMIAN OPETUKSEN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA OPETUKSEN ARVIOINTI | 30 |
| 5.1 Opetuksen suunnittelu ja tavoitteiden asettaminen | 31 |
| 5.2 Opetusmenetelmien valinta..... | 32 |
| 5.3 Opetusmateriaalien valinta | 33 |
| 5.4 Oppimisympäristöt..... | 34 |
| 5.5 Opetuksen toteutus | 35 |
| 5.6 Opetuksen arviointi ja kehittäminen..... | 37 |
| 6. KEMIAN OPETUS AMMATILLISESSA PERUSKOULUTUKSESSA..... | 39 |
| 6.1 Ammatillinen koulutuksen rakenne..... | 39 |
| 6.2 Näkökulmia ammatilliseen pedagogiikkaan | 41 |
| 6.3 Kemian opetuksen erityispiirteet ammatillisessa koulutuksessa..... | 41 |
| 6.4 Kemian opetuksen tavoitteet ja sisällöt | 42 |
| 7. TUTKIMUS | 44 |
| 7.1 Tutkimuskysymykset..... | 44 |
| 7.2 Tutkimusmenetelmä | 45 |
| 7.3 Tutkimuksen toteutus | 45 |
| 7.4 Tutkimusaineisto..... | 46 |
| 7.5 Aineiston käsittely..... | 46 |
| 8. TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYYSI | 48 |
| 8.1 Taustatiedot..... | 48 |
| 8.2 Kemia ammatillisen koulutuksen osana | 49 |
| 8.2.1 Kemian opetus ammatillisessa koulutuksessa opettajien kuvailemana..... | 49 |
| 8.2.2 Opetussuunnitelman vaikutukset opetukseen..... | 50 |
| 8.2.3 Näkemykset oppimisesta ja osaamisesta..... | 51 |
| 8.3 Kemian opettaminen ammatillisessa koulutuksessa..... | 53 |
| 8.3.1 Opettajana ammatillisessa koulutuksessa..... | 53 |
| 8.3.2 Opetuksen työskentelytavat käytännössä | 54 |
| 8.4 Opetuksen toteutus vaihe vaiheelta | 57 |
| 8.4.1 Opetuksen suunnittelu..... | 57 |
| 8.4.2 Opetusmateriaalien valinta..... | 58 |
| 8.4.3 Oppimisympäristön valinta | 59 |
| 8.4.4 Opetuksen toteutus | 60 |
| 8.4.5 Oman opetuksen arviointi ja kehittäminen..... | 61 |
| 9. YHTEENVETO..... | 63 |

| | |
|--|----|
| 9.1 Johtopäätökset..... | 63 |
| 9.2 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus..... | 65 |
| 9.3 Jatkotutkimusaiheet..... | 66 |
| 10. KIRJALLISUUSLUETTELO | 68 |
| LIITTEET | |

1. JOHDANTO

Yksi kiehtovimmista kemian ominaisuuksista on sen liittyminen vahvasti arkipäivän ilmiöihin ja erilaisten arkisten toimien mahdollistamiseen ja selittämiseen. Samoin vahvasti arkielämään ja kemiaan, välillisesti tai kokonaan, pohjautuvat ammattialat kytkevät kemian osaamisen osaksi eri alojen ammattilaiseksi kasvamista. Ammatillisessa koulutuksessa opittaville taidoille on mahdollista luoda konkreettisia esimerkkejä työelämässä tarpeellisesta osaamisesta ja lisätä alansa ammattilaisen ymmärrystä omasta työstään kemian osaamisen kautta. Kemian oppimiselle on ammatillisessa koulutuksessa mahdollisuudet sekä mielekkääseen että motivoivaan oppimiseen, jossa osaamisen tarkoitus voidaan tehdä oppijalle näkyväksi.

Tässä tutkimuksessa lähestytään ammatillista kemian opetusta yleiseltä tasolta ja esitellään kemian opetuksen kannalta tyypillisemmät lähestymistavat oppimiseen ja erilaisiin opetusmenetelmiin. Kemian erityispiirteitä ja työskentelymenetelmiä käsitellään painottaen oppijan ymmärtämisen tukemista sekä opettajan oman työpanoksen ja toiminnan näkökulmaa korostaen. Kokonaisuutena muodostuu valikoima erilaisia keinoja ja menetelmiä, joilla opettaja oman työnsä kautta voi edistää oppijan oppimista ja ymmärrystä ammattialalle oleellisista kemian sisällöistä.

Kemian opetuksen tutkimus ammatillisen koulutuksen puolella on jäänyt peruskoulua ja lukio-opetusta vähäisemmäksi. Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena on innoittaa niin kemian opettajia kuin tutkijoita suuntaamaan mielenkiintoaan aiempaa enemmän kemian opetuksen kehittämiseen monipuolisesti myös ammatillisessa koulutuksessa. Tavoitteena on rohkaista ammatillisen koulutuksen opettajia tarkastelemaan omaa työtään ja tuomaan kemian sisältöjä näkyvämmäksi ammatillisessa osaamisessa muun muassa kokeilemalla rohkeasti eri opetusmenetelmiä sekä kemian opetuksen työskentelytapoja.

2. OPPIMISKÄSITYKSET

Oppiminen on monimuotoinen prosessi, jonka tapahtumisesta ja tehokkaasta saavuttamisesta on vuosien saatossa luotu monia tulkintoja ja teorioita. Nämä teorit toimivat perustana erilaisille oppimistekniikoille, -strategioille ja opettajan työskentelylle oppimisprosessin aikana. Niiden pohjalta itse oppimista ja opitun tiedon ilmentämistä pyritään määrittelemään ja ymmärtämään paremmin.¹

2.1 Erilaiset oppimiskäsitykset opetuksessa

Erilaiset pedagogiset mallit ja oppimisteorit luovat perustan oppimisen ymmärtämiselle ja pyrkivät selittämään oppimisen kannalta oleellisten prosessien tapahtumista.^{1,2} Samalla ne toimivat myös opettamisen perustuksena. Näkemyksemme siitä, mitä tieto on ja miten oppiminen tapahtuu ja ilmenee, määrittelee myös sen, millaisia pedagogisia malleja ja ratkaisuja pyrimme käyttämään oppimisen tukena.¹ Oppimiseen ja opettamiseen liittyviä teorioita on useita, mutta tässä tutkimuksessa tarkastelemme näistä näkemyksistä kolmea keskeisintä mallia, behavioristista, kognitiivista ja konstruktivistista oppimiskäsitystä.

Erilaisten oppimiskäsityksien keskeisinä tekijöinä on oppilaan rooli oppimisprosessissa, sekä tapa, jolla hänen oletetaan oppivan ja ilmentävän opittua tietoa. Oppilaan roolin lisäksi opettajan rooli ja tehtävä oppimisprosessissa sekä oppimisen ohjaamisessa vaihtelee pedagogisen lähestymistavan mukaisesti vahvasta auktoriteetista ohjaavaan suunnannäyttäjään. Pedagogisten mallien ja näkökulmien eroista huolimatta niissä esiintyy myös osin samankaltaisia näkemyksiä ja menettelytapoja eri termein esitettynä.¹

Nykykäsityksen mukaan mikään teoria ei yksinään kykene selittämään oppimista tai toimi kaikissa oppimistilanteissa aukottomasti ja tehokkaasti oppimista edistäen. Oppimisteorioiden hyödyntäminen ja käytännön toteutuksen mukautuminen opetustilanteen luonteeseen sopivaksi nähdään oppimista tukevana tekijänä. Esimerkiksi edistyneemmän oppilaan kohdalla tehokas pedagoginen lähestymistapa ei noviisin kohdalla tue oppimista samalla tavalla. Valikoidulla lähestymistavalla ja käytetyllä opetusstrategialla sekä kontekstilla nähdään olevan oppimisen kannalta tärkeä yhteisvaikutus.¹

2.2 Behaviorismi

Behavioristinen oppimiskäsitys keskittyy tarkastelemaan lähinnä oppimisen seurauksia eikä painota itse oppimisessa tapahtuvia mentaaliprosesseja tai pyri selittämään niitä syvällisemmin. Se on toiminut kehityspohjana monille muille opetusteknikoille ja audiovisuaalisen opetusmateriaalin tuottamiselle.^{1,2}

Johdattavaa opetusta painottava oppimiskäsitys suosii erilaisten määritelmien ja strategioiden luomista, sekä asioiden välille syntyvien assosiaatioiden käsittelyä muun muassa vihjeitä ja toistoja hyödyntäen. Kemian opetuksessa esimerkiksi alkuaineiden kemiallisten merkkien merkitysten oppimisessa tai molekyylien rakenteen, nimeämisen ja kaavan oikeassa kirjoitusasussa behavioristinen näkemys assosiaatioiden syntymisestä ennalta määrättyjen asioiden välille näkyy vahvasti. Oppimisen katsotaan tapahtuneen useiden toistojen jälkeen, kun tietty ärsyke synnyttää oppijassa halutun vasteen esimerkiksi oppijan liittäessä kemiallisen merkin O merkityksen alkuaine happeen.

Behavioristisessa oppimiskäsityksessä oppilaan tehtävä on toimia tiedon vastaanottajana, joka ylläpitää taitojaan jatkuvalla harjoittelulla. Oppija soveltaa opittuja asioita uusiin tilanteisiin yleistäen sekä erilaisia kaavoja ja malleja hyödyntäen. Opetus etenee tyypillisesti pienin askelin kohti monimutkaisempia tehtäviä ja oppilaille tarjotaan useita mahdollisuuksia harjoitella oikean vastauksen esittämistä kontekstissa, jossa aihetta tarkastellaan.¹ Painopiste on enemmän tiedon ulkoa oppimisessa kuin varsinaisten ongelmanratkaisutaitojen kehittämisessä.³

Opettajan roolina oppimisprosessissa on tiedon kertojana ja välittäjänä toiminen. Näkökulma oppilaisiin on hyvin observeiva ja mittaava. Opettajan on kyettävä arvioimaan etukäteen oppilaidensa oppimista sekä tiedostaa mitkä käytetyt opetuskeinot, vihjeet ja harjoitukset johtavat haluttuun lopputulokseen. Lisäksi opettajan tulee sovittaa harjoitustilanteet siten, että ne linkittyvät selkeästi haluttuun ratkaisuun ja järjestää olosuhteet niin, että oppilas pystyy tekemään oikeita päätelmiä kohdennetun toiston ja oikeiden toimintamallien käytöstä saadun palautteen avulla.^{1,3}

2.3 Kognitivismi

Oppilaan mielen sisäisiä prosesseja ja informaation vastaanottamisen taitoja painottava kognitivismi eriytyi behaviorismista omaksi suuntaukseksi, kun observeivan näkökulman ja ennalta määritellyn vasteen sijaan alettiin painottaa enemmän oppilaan taipumusta ja alttiutta oppia. Kognitivismisessa oppimiskäsityksessä oppiminen nähdään monimuotoisena tapahtumana, jossa painottuvat oppilaan oma ajattelu, kyky käsitellä informaatiota ja muodostaa siitä merkityksellistä tietoa.^{1,2}

Kognitiivinen oppimiskäristys pyrkii näkemään ihmisen aktiivisena, omia kokemuksiaan ja uskomuksiaan hyödyntävänä oppijana, joka kykenee liittämään yhteen erilaisia asioita, muodostamaan mielle yhteyksiä sekä luomaan laajempia aihekokonaisuuksia.² Muistin merkitys kognitivismissa on suuri. Olennaista ei niinkään ole se, mitä oppilas tekee hankkiakseen tietoa, vaan miten tieto vastaanotetaan, käsitellään, varastoidaan ja tarvittaessa aktivoidaan käyttöön. Oppiminen nähdään muutoksena tiedon tasossa, mutta pelkän tiedon oppimisen lisäksi oleellista on myös oppia, miten opittua tietoa käytetään ja miten sitä voidaan hyödyntää kontekstin muuttuessa.¹

Onnistuneessa kognitiivisessa opetuksessa korostuu työskentely-ympäristö, jossa sallitaan ja rohkaistaan oppilasta tekemään johtopäätöksiä aiemmin opittujen tietojen ja taitojensa avulla. Opittava tieto pyritään tekemään tarpeelliseksi ja merkitykselliseksi oppijalle ja auttamaan oppijaa jäsentelemään uutta tietoa esimerkiksi luomalla vertailutilanne tutun ja tuntemattoman asian välillä tai muodostamaan muistisääntöjä ja käsitekarttoja.¹ Kemian opetuksessa erilaiset muistisäännöt ja asioiden tyypittely näkyvät muun muassa jaksollisen järjestelmän hyödyntämisessä. Taulukon muotoon kasattu rakenne niputtaa ominaisuuksiltaan samankaltaisia alkuaineita ryhmiksi, ja rivien ja sarakkeiden etenemiseen voidaan helposti linkittää uutta tietoa esimerkiksi muuttuvaan atomikokoon tai elektronegatiivisuuteen.

Opettajan tehtävä oppimisprosessissa on auttaa oppilasta tiedon organisoinnissa ja järjestää oppimisympäristö sitä tukevalla tavalla. Opettajan tulee myös ymmärtää erilaisten oppilaiden kokemuksia osatakseen määrittää toimivimmat tavat, joilla uusi informaatio yhdistetään tehokkaasti oppilaan jo olemassa oleviin tietoihin tai kokemuksiin. Uuden informaation sisäistämässä opettajalta saatu palaute harjoittelusta nähdään tärkeänä tekijänä oppilaan mentaalisten prosessien tapahtumisessa.¹

2.4 Konstruktivismi

Kognitivismin haarana pidettyä konstruktivismia ei varsinaisesti mielletä oppimisteoriaksi, vaan pikemminkin tiedon rakentumisen ja oppimisen prosesseja kuvaavaksi malliksi, joka jakautuu edelleen erilaisiin painotusalueisiin.^{1,3,4} Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä oppijan mieli nähdään olevan jatkuvasti rakentuvassa tilassa ja luovan oman uniikin todellisuuden suodattamalla ympäröivää maailmaa vuorovaikutuksessa ympäristönsä ja aiempien henkilökohtaisten kokemuksiensa kanssa.

Toisin kun behavioristisessa ja kognitiivisessa näkemyksessä, tietoa ei eroteta ihmismielestä riippumattomaksi tai nähdä kartoitettavana tekijänä oppijassa. Konstruktivistisessa näkemyksessä oppimista ei voida määritellä ilman oppimisen sisältöä ja kontekstia. Tieto ja osaaminen ilmenevät kontekstissa, jossa ne ovat tarpeellisia ja uudet näkökulmat ja tilanteet tuottavat oppijalle uutta tietoa. Sillä oppija itsenäisesti tai sosiaalisen yhteisön jäsenenä rakentaa tietoa ja luo sille merkityksiä, ei ennalta määritettyä tai siirrettävissä olevaa objektiivista maailmankuvaa voida oppimisessa saavuttaa.^{1,3}

2.4.1 Konstruktivismiin sosiaalinen ja psykologinen näkökulma

Konstruktivismiin näkeminen oppimisteorian on ohjannut sen pedagogista kehitystä ja vaikuttanut konstruktivistisen näkemyksen painotusalueiden syntyyn. Näissä näkemyksissä esiintyy paljon yhtäläisyyksiä, muuta myös eroavaisuuksia muun muassa tiedon hankinnan ja prosessoinnin suhteen.^{3,4}

Sosiaalisessa konstruktivismissa keskitytään tarkastelemaan miten vallitsevat ideologiat, politiikka, ekonomia tai erilaiset sosiaaliset tekijät vaikuttavat oppilaan tai oppilasryhmän tapaan muodostaa tietoa ja ymmärrystä aiheesta. Myös kielen ja kulttuurin merkitys otetaan sosiaalisessa konstruktivismissa huomioon. Oppilasryhmän jäsenten vuorovaikutuksen ja yhteistoiminnan vaikutus tiedon muodostamiseen, käsittelyyn ja tulkintaan nähdään oppimisprosessissa merkityksellisessä roolissa.^{2,4}

Konstruktivismiin psykologisessa näkemyksessä painotetaan enemmän yksilön mielen sisäisiä prosesseja ja sitä, miten oppija luo tiedolle merkityksiä ja miten oppilasryhmässä jaetut merkitykset kehittyvät ryhmän toiminnan yhteydessä. Psykologinen konstruktivismi huomioi tiedon muodostamisen sosiaalisen aspektin, kielen merkityksen, sekä yksilön osallistumisen

ryhmän työskentelyyn, mutta ei anna painoarvoa esimerkiksi erilaisille ideologioille tai politiikalle.⁴

4.3.2 Konstrukttiivinen oppimiskäsitys

Konstruktivismissa oppijalla on keskeinen rooli niin tiedon hankkimisessa kuin sen käsittelyssä ja tulkinnassa. Oppimien nähdään merkitysten ja oman tulkinnan luomisena sekä informaation käsitteellistämisenä, eikä tiettyjen ennalta määriteltyjen elementtien toistamisena. Tällöin oppimisprosessi nousee merkittäväksi tekijäksi tiedon sisäistämisessä, kun oppilas yhdistää aikaisempiin tietorakenteisiinsa uutta itselleen merkityksellistä tietoa itsenäisesti tai sosiaalisessa ryhmässä toimiessaan.^{1,2} Konstruktivismissa kestävä ja merkityksellinen oppiminen rakentuu kolmesta osasta, aktiivisesta harjoittelusta, käsitteestä tai asiasta eli tiedosta ja kontekstista, jossa tietoa opetelleen soveltamaan eri tilanteiden ja useiden näkökulmien avulla.^{1,3}

On erittäin tärkeää, että oppiminen tapahtuu kontekstissa, jossa tietoa tullaan käyttämään ja harjoitukset ovat relevantteja oppilaan elämäkokemuksille. Oppimistilanteiden ja harjoitusten ankkurointi merkitykselliseen kontekstiin helpottaa tiedon omaksumista ja muodostaa automaattisesti linkin tiedon tarpeellisuuteen. Samalla merkityksellisen tiedon käsittely ylläpitää oppilaan mielenkiintoa, sillä se tarjoaa hyödyllisiä työkaluja reaali maailman tilanteisiin.^{1,3} Kemian opetuksessa tiedon ankkurointi reaali maailmaan näkyy aiheen liittämässä vahvasti johonkin arkielämästä tuttuun ilmiöön ja sen selittämiseen. Esimerkiksi laboratoriotyöskentelyssä oppija pääsee kokemaan aidon tutkimustilanteen ja välineiden käytön sekä tekemään tulkintoja saaduista tuloksista omia aiempia kokemuksiaan ja tietojaan hyödyntäen. Oppiminen nähdään muutoksena ihmisyksilön käsityksissä.^{1,3}

Konstruktivismissa oppijalta odotetaan oman toimintansa ja ajattelunsa tiedostamista. Oppimiseen liittyy vahvasti ajatus oppilaasta itse oman oppimisensa säätelijänä sekä metatietoisuuden kehittäminen omasta ymmärryksestään ja oppimisprosessistaan.^{3,4} Uuden kokemuksen ja sen tietoisin käsittelyn myötä syntyy mahdollisuus uuden oppimiselle.³ Oman oppimisensa reflektointi on taito, joka hallinta vaatii opettelua ja harjoitusta. Ensimmäisiä kertoja omasta oppimisestaan vastuuta ottava oppija kokee suurta epävarmuutta, joka usein ilmenee ahdistuksena sekä luentojen ja opetuksen vaatimisenä.² Oppijaa rohkaistaan oman

ymmärryksensä rakentamiseen ja sosiaalisissa tilanteissa hän saa vahvistusta ajattelunsa ja toimintansa kehittämiseen ja itsearviointiin.^{1,3,4}

2.4.3 Konstruktivistinen pedagogiikka

Opettajan rooli konstruktivisessa opetuksessa muuttuu perinteisestä tiedon tarjoajasta, niin yksilön kuin koko sosiaalisen ryhmän oppimisprosessin ohjaajaksi ja tukijaksi. Yhden lähestymistavan sijaan uutta informaatiota käsitellään monipuolisesti usealta eri näkökannoilta, mikä edellyttää opettajalta syvää ja vahvaa käsiteltävän aiheen hallintaa, rakenteiden tuntemusta ja teorian hallintaa. Hyvä asiatiedon hallinta auttaa tarvittaessa myös ohjaamaan keskustelun kulkua ja kannustamaa oppilasta tutkimaan käsityksiään ja uskomuksiaan. Samalla vahva asiatieto auttaa opettajaa tulkitsemaan miten oppilas ymmärtää annetun materiaalin ja tarvittaessa kehittämään materiaalia oppimista tukevaksi.⁴

Opettajan ohjaava rooli alkaa jo ennen varsinaista tarkastelun kohteena olevaa aihetta, sillä oppilaalle tulee opettaa konstruktivisen oppimisen työvälineet: mitä tiedon rakentaminen tarkoittaa, miten tietoa rakennetaan ja miten itse tehokkaasti arvioida ja tarkkailla omaa oppimistaan.¹ Oppimisen ollessa tilannesidonnaista opettajan vastuulla on järjestää ja suunnitella opetus siten, että aito merkityksellinen konteksti voidaan kokea. Keinoja ajattelun herättämiseen voivat olla muun muassa konfliktien luominen käsityksien välille, analogiat, metaforat, erilaiset ryhmäkeskustelut tai kirjoitustehtävät. Konstruktivisessa pedagogiikassa käytetyt opetuksen elementit eivät ole tarkoin määriteltyjä, vaan ne riippuvat paljon oppilaan iästä, tämän tiedon tasosta ja oppimiskokemuksista sekä opettajan omasta opetustyylistä.⁵ Sillä opetuksen painopiste on oppimisprosessissa, oppimisen arvioinnissa otetaan huomioon oppimisen laatu, käsityksien muokkautuminen oppimisprosessin aikana sekä lisäksi oppilaan omat käsitykset omasta oppimisestaan.³

Erot konstruktivisen opetustavan käytössä eri koulujen välillä voivat olla suuria. Oppimista ei voida tarkastella irrallaan ympäröivästä kulttuurista ja yhteisöstä, joten erot opettajan työskentelyssä, koulutuksessa ja oppilaiden huomioinnissa sekä vallitsevassa koulutoimintajärjestelmässä, synnyttävät ja ylläpitävät kulttuurillisia eroja konstruktivisen opetuksen käytössä. Vaikka opetus sisältää konstruktivisen näkökulman, käytännön toteutus voi ilmetä eri tavoin kuin se on kirjallisuudessa määritelty.^{3,4}

3. PEDAGOGISET MALLIT KEMIAN OPETUKSESSA

Opetuksen käytännön toteutukseen ja käytettäviin pedagogisiin ratkaisuihin vaikuttaa oppimisteorioiden lisäksi useita tekijöitä. Reaalimaailman oppimisympäristöt ovat moniulotteisia kokonaisuuksia. Tavanomaiseen luokkatilassa tapahtuvaan oppimis- ja opetustoimintaan vaikuttavat niin opettajan kuin oppilaan näkemykset, käytetyt opetustavat, sekä oppilaiden oppimistarpeet ja kehittyminen. Lisäksi koulupoliittiset säädökset ja resurssit raamittavat opetusta.^{5,6} Tässä luvussa käsittelemme tyypillisimpiä kemian opetuksessa käytettyjä opetustekniikoita.

3.1 Opetus ja opetusmenetelmät

Tutkimukset⁷ ovat osoittaneet, että opettajalla on suuri vaikutus oppilaan oppimiseen, mutta nämä tutkimukset ovat olleet kykenemättömiä määrittelemään millainen opettajan toiminta johtavaa yksiselitteisesti tehokkaaseen opetukseen ja oppilaan oppimissaavutuksiin.⁷ Tehokkaan oppimisen saavuttamiseksi on luotu valtava joukko erilaisia opetusmenetelmiä, joiden avulla opetusta organisoidaan ja jotka yhdessä työskentelytapojen sisällön kanssa mahdollistavat oppilaille tilaisuuden laadukkaaseen oppimiseen ja motivaation ylläpitoon. Opetus rakentuu käytetyn opetusmenetelmän lisäksi opettajan opetustyylistä, jolloin opettajan oma persoona ja tapa ilmaista itseään opetuksen aikana vaikuttavat opetuksen toteutukseen.⁶ Mikään opetusmenetelmä ei yksinään tuota tehokasta opetusta, vaan opetus monimutkaisena toimintana edellyttää opettajalta kattavaa valikoimaa erilaisia opetuksen tekniikoita sekä asiantietoa, pedagogista osaamista, että kykyä esittää ja muotoilla asiat muille helposti ymmärrettävään muotoon.⁷

Opetusmenetelmät ovat joukko erilaisia vuorovaikutuksen muotoja, jotka usein sisältävät päällekkäisiä elementtejä. Ne soveltuvat käytettäväksi rinnakkain mahdollistaen aiheen käsittelyn eri näkökulmien ja työskentelytapojen valossa.^{6,7} Niiden menetelmien haasteellisuus opetuksen työvälineenä vaihtelee niin opettajan kokemuksen kuin menetelmän tuttuuden myötä. Haastavakin työskentelymuoto voi muuttua kokemuksen kautta helpoksi ja vähemmän

opettajan henkisiä resursseja kuluttavaksi tavaksi opettaa.⁶ Kontekstista ja oppimistavoitteesta riippuvaisten työskentelymuotojen valinta ja painottuminen vaikuttavat laajasti oppimisen tapaan, määrään sekä laatuun.⁶ Opetusmenetelmän valintaa käsitellään tarkemmin luvussa 5.2 Opetusmenetelmien valinta.

Erialaisten opetusmenetelmien taustalla vaikuttavat lähestymistavat opetukseen ja sen toteutukseen. Opetus voidaan toteuttaa niin sanottuna suorana opetuksena, jolloin se ilmenee vahvasti opettajajohtoisena ja sisältölähtöisenä toimintana. Opittava tieto pyritään välittämään oppijalle opettajan kontrolloidessa tiedon esittämistä sekä oppimistavoitteita.^{5,6} Vaihtoehtoinen tapa on lähestyä opetusta oppilaslähtöisesti, jolloin opetuksen pääpaino on oppimisprosessin edistämässä.⁶ Opetuksen lähestymistavat ovat tilannesidonnaisia ja vaikka niihin pohjautuviin pedagogisiin tekniikoihin liittyykin usein vahvoja mielikuvia hyvistä tai huonoista opetustavoista, voi sama opettaja eri konteksteissa hyödyntää kumpaakin lähestymistapaa onnistuneesti osana opetustaan.^{5,6} Oppilaslähtöiset periaatteet ja oppilas yksilönä voidaan huomioida myös sisältölähtöisessä oppimisessä ja usein eri lähestymistapojen käyttöä rajoittaakin opettajan oman pedagogisen osaamisen puute.^{5,6}

Lähestymistavat ovat myös tieteenalasisidonnaisia.⁶ Siinä missä humanistiset tieteet suosivat enemmän oppilaslähtöistä lähestymistä, luonnontieteet, kuten kemia ja fysiikka, ovat taipuvaisempia soveltamaan enemmän sisältölähtöisiä opetustapoja.⁶ Luonnontieteiden opetukseen on menestyksekkäästi liitetty monia vaihtoehtoisia opetusmenetelmiä^{5,8} joista seuraavaksi käsitellään kemian opetuksen näkökulmasta merkityksellisimmät.

3.2 Luento-opetus

Luonnontieteiden opetuksessa luentomuotoista opetusta kuvaillaan käytetyimmäksi opetuksen menetelmäksi, jonka ominaispiirteet heijastavat vahvasti suoran sisältökeskeisen opetuksen ja behaviorismin perusideaa tiedon siirtämisestä opettajalta oppilaalle.^{5,6,8} Luentomuotoinen opetus koostuu tyypillisesti opettajan puheesta ja kirjoituksesta luokkatilan edessä, sekä oppilaiden samanaikaisesti tekemistä muistiinpanoista.^{5,8} Opetusmenetelmänä se mahdollistaa suurien materiaalmäärien käsittelyn oppilasryhmien koosta riippumattomasti vähäisilläkin taloudellisilla resursseilla.⁶

Tuttuna ja turvallisenä opiskelumuotona pidetty luento-opetus koetaan oppilaiden keskuudessa hyödyllisenä tärkeiden käsitteiden määrittelyssä sekä vaikeiden termien paikantamisessa materiaalista.^{6,8} Opettajan jäsentää opetettavan aiheen haluamallaan tavalla ottaen huomioon kuulijoiden ennakkotiedot sekä määrittää mitä edellyttää oppijan materiaalista oppivan.^{5,8} Opetus etenee tarkasti suunnitellun, usein ennalta arvattavan, kaavan mukaisesti perustuen oppikirjaan tai muuhun lähteeseen.^{5,6,8}

Haasteet luento-opetuksessa liittyvät oppilaan passiiviseen asemaan ja yksilöllisen huomioinnin, sekä syväoppimisen puutteeseen. Perinteinen luentomuotoinen opetus ei myöskään anna painoarvoa oppimisteorioiden esittämille hyödyille oppijan aktiivisesta opetukseen osallistumisesta.⁸ Passiivisen kuuntelun varjopuolena on oppijan tarkkaavaisuuden lasku⁶ sekä mahdollisuuden menettäminen oppimiseen osallistumiseen alusta asti itse aiheita jäsentäen.⁸ Vaikka luento-opetus on ajallisesti selkeästi määriteltävissä olevaa opiskeluaikaa, ilman oppilaan itsenäistä tiedon jäsentelyä ei pystytä takaamaan tiedon myöhempää käyttöarvoa ja vaara pintapuoliseen oppimiseen ja asian unohtamiseen on suuri. Luentomuotoisen opetuksen suurin haaste onkin, miten saada tiedon vastaanottaja jäsentämään tietoa itse jo luennon aikana ja miten huomioida ryhmän eri tasoiset ja taustaiset oppijat opetuksessa.⁶

Opetusmenetelmän haasteellisuuden takia sen käyttö tulisi olla harkittua ja opetukseen toteutusta varioida muita opetustekniikkoja hyödyntäen, jotta tiedon itsenäinen jäsentäminen ja oppijan aktiivinen vuorovaikutus oppimistilanteessa olisi mahdollista.⁶ Perinteiseen luennointiin voidaan syväoppimisen tehostamiseksi upottaa aiheita käsitteleviä kysymyksiä, tiedon hakemista tai sen jäsentämistä ja muistitekniikoita. Lisäksi vuorovaikutus sekä opettajan ja ryhmän, että ryhmän jäsenten välillä antaa oppijalle mahdollisuuden tunnistaa oman ymmärryksen puutettaan ja saada vastauksia materiaalista nouseviin kysymyksiin.^{6,8} Vuorovaikutusmetodit toimivat luennolla oppijaa aktivoivina ja opiskelumotivaatiota ylläpitävinä tekijöinä. Samalla ne tukevat käsitteiden oppimista sekä auttavat oppijaa jäsentämään tietoa ja muokkaamaan materiaalista itselleen merkityksellistä.⁸

3.3 Yhteistoiminnallinen oppiminen

Yhteistoiminnallisen oppimisen työtavat liitetään kirjallisuudessa vahvasti luonnontieteiden opetukseen sekä luonnontieteellisen tutkimuksen tekoon ja tiedeyhteisön

toimintaperiaatteisiin.^{9,10} Yhteistoiminnallisen oppimisen käsite voi merkitä hyvin erilaisia asioita eri ihmisille.⁹ Se toimii yleisnimityksenä kaikille niille pedagogisille toimintamalleille, joissa lähtökohtana on suuren oppilasryhmän organisointi toimimaan pienemmissä n. 2-4 hengen ryhmissä. Opetusmenetelmän toimintaperusta muodostuu ryhmän jäsenten ja pienryhmien välisistä vuorovaikutuksista. Koko ryhmä työittää annettua tehtävää tai ongelmaa samanaikaisesti. Työskentelyyn käytetty aika voi vaihdella lyhyestä, muutaman minuutin keskustelusta useiden oppituntien pituisiin tehtäviin tai projekteihin.⁹

Menetelmä ei ole synonyymi ryhmätyölle. Oppimisen ollessa yhteistoiminnallista ryhmän työskentelyssä tulee ilmetä osallistujien yhtäläinen vastuu ennakkoon sovitun päämäärän saavuttamisesta. Työskenneltäessä ryhmän jokaisen jäsenen työpanos pyritään hyödyntämään ja jokaisella jäsenillä on mahdollisuus osallistua ja vaikuttaa työskentelyyn kulkuun.^{6,10} Opetusmenetelmän tavoitteena on minimoida perinteisen ryhmätyön epämiellyttävät osuudet, kuten yhden oppilaan dominointi tai luistaminen työskentelystä ja maksimoida oppiminen ja sen mielekkyys.¹⁰ Näiden saavuttamiseksi yhteistoiminnallisen oppimisen elementteinä toimivat vuorovaikutus ryhmän kesken, yksilöllinen vastuu oppimisesta, positiivinen riippuvuus ryhmäläisten välillä sekä vuorovaikutus ja yhteistyötaitojen kehittäminen ryhmässä.^{9,10}

Oppiminen on tehokkaampaa aktiivisesti toimimalla kuin esimerkiksi lukemalla tai kirjoittamalla¹⁰, yhteistoiminnallisuus pyrkii maksimoimaan aktiivisen ajan usean oppijan työstäessä ongelmaa samanaikaisesti. Kun muutaman aktiivisen oppijan sijaan ongelmaa käsitellään samanaikaisesti useissa pienryhmissä, koko oppilasryhmän aktiivisuus kasvaa huomattavasti. Samalla keskustelu siirtää huomion pois opettajasta ja vastuu ryhmän omasta oppimisesta siirtyy heille itselleen.⁹ Ryhmän jokainen jäsen on vastuussa omasta oppimisestaan, mikä lisää todennäköisyyttä osallistumiseen ja kuunteluun sekä työpanoksestaan niin opettajalle kuin muulle ryhmälle. Tällöin muiden ryhmän jäsenten odotukset ja kannustus motivoivat yksittäistä jäsentä ponnistelemaan tehtävässä eteenpäin. Yhteistoiminnallisuus pyrkii myös parantaa ryhmän yhteishenkeä, kun positiivisen riippuvuuden myötä yhden jäsenen menestys merkitsee koko ryhmän menestystä.⁹

3.3.1 Yhteistoiminnallinen kemian opetus

Kemian opetuksessa yhteistoiminnallisuus tukee erityisesti luonnontieteellisen tiedon käsittelyä ja tutkimuksen tekoa. Samoin kuin luokkatilassa tapahtuvassa toiminnassa, tiedeyhteisössä tapahtuva tiedon jako, tiedon etsintä, koetilanteiden suunnittelu ja testaus sekä kokeen tulosten kokoaminen ja esittely muille yhteisön jäsenille hyödyntää vuorovaikutusta ja positiivista riippuvuutta koko tutkimusryhmässä. Havaintojen ja tulkintojen puhuminen ääneen auttaa oppijaa rajaamaan ja jäsentämään aihetta sekä tekemään johtopäätöksiä merkityksien muodostumisen kautta.⁹ Yhteistoiminnallisuus sopii kaikenikäisille oppijoille taitojen opetteluun, mutta sitä voidaan hyödyntää menestyksekkäästi myös tietojen oppimisessa erilaisten vuorovaikutteisten keskustelu- ja lukutekniikoiden ja väitteiden käsittelyn avulla. Taitojen opettelussa erilaiset työpisteet, parityöskentely ja tutkimuksen teko mahdollistavat vähäistenkin tutkimusvälineiden hyödyntämisen suurenkin oppilasryhmän opetuksessa ja kehittävät tiedeyhteisössä merkityksellisiä ajattelu ja yhteistyötaitoja. Työskentelyn päätteeksi on tärkeää käsitellä aihetta tai saatuja tuloksia yhdessä, jotta varmistetaan jokaisen oppijan ymmärtäneen olennaiset asiat sekä antaa heille mahdollisuus kysyä aiheesta nousseita kysymyksiä.^{9,10}

3.3.2 Yhteistoiminnallisuuden haasteet

Yhteistoiminnallisessa oppimisessa menetelmän hyödyt eivät tule automaattisesti¹⁰ vaan oppimismenetelmä vaatii paljon niin opettajalta kuin osallistujiltakin.⁶ Oppimisprosessi on yleensä hidas ja edellyttää opettajalta kärsivällisyyttä sekä harjaantumista menetelmän käytössä.⁹ Menetelmän haasteena erityisesti on toimivan ryhmän muodostaminen ja sen ohjaaminen, sillä ryhmän toiminta ei ole koskaan täysin ennustettavissa. Oppija saattaa kokea opetusmenetelmän tehottomana tai rajoittavana verrattuna perinteiseen ryhmätyöhön, jossa oppilaat jakavat työn keskenään. Ryhmädynamiikan haasteena voi olla myös heikon jäsenen jarruttava vaikutus muun ryhmän toimintaan tai kokemus ettei hänen mielipiteitään oteta riittävästi huomioon.^{6,10} Opettajan tehtävänä on löytää keinot ongelmatilanteiden käsittelyyn ja siirtää huomio nopean ratkaisun tavoittelusta itse tekemiseen. Näitä keinoja ovat muun muassa oppilaiden valmentaminen, työskentelyn suunnittelu ja opettajan oman osaamisen kehittäminen.⁹

Vaivannäkö kannattaa, sillä tutkimusten mukaan yhteistoiminnallisessa opetuksessa opitaan vähintäänkin sen verran mitä perinteisin tavoin on mahdollista oppia. Tästä huolimatta, menetelmää ei ole hyödynnetty kovinkaan laajasti toisen asteen koulutuksessa sen rakenteellisen jäykkyyden ja siitä juontavan pedagogisen kehityksen haastavuuden vuoksi.⁹

3.4 Tutkiva oppiminen

Toinen luonnontieteen opetuksessa erityisen huomattava, ryhmätyöskentelyä ja yksilön aktiivista ajattelua painottava menetelmä on tutkivan oppimisen malli.¹¹ Konstruktivistista näkemystä edustavan oppimismallin lähtökohtana on oppijan omien ennakkokäsitysten ja käsiteltävästä aiheesta nousevien aitojen kysymysten työstäminen sekä yksilöllisellä että yhteisöllisellä tasolla. Luonnontieteellistä tutkimusta mukailevan ja oppijan luontaiseen uteliaisuuteen perustuvan prosessin tavoitteena on oppijoiden oman asiantuntijuuden syventyminen oppimisprosessin aikana, sekä tiedeyhteisön jaetun ymmärryksen kehittyminen.¹¹⁻¹³

Tutkivan oppimisen mallissa oppijat itse määrittelevät tutkittavan, todellisesta maailmasta kumpuavan ongelman, jonka rakentuminen, tarkentuminen ja selitykset kehittyvät läpi koko monivaiheisen prosessin.¹³ Menetelmää voidaan hyödyntää opetuksessa riippumatta oppijan koulutusasteesta, sillä työskentelyn aikana uusi tieto syvenee asteittain ja integroituu osaksi oppijan olemassa olevaa tietoa tai korvaa osia siitä. Oppija käsittelee tietoa sekä itsenäisesti että vuorovaikutuksessa muun ryhmän kanssa, jolloin ryhmän muiden jäsenten näkemykset haastavat ja auttavat jäsentämään yksilön omia näkemyksiä tutkittavasta aiheesta.¹¹⁻¹³

Oppijan rooli tutkivassa oppimisessa nähdään työskentelevänä asiantuntijana, jonka oppiminen ilmenee tiedon sisäistämisen, yhteisön toimintaan osallistumisen ja uuden tiedon luomisen myötä.^{12,13} Kuvassa 1 on esitetty tutkivan oppimisen eteneminen vaihe vaiheelta, mutta käytännön toteutus ei aina noudata tarkasti valmista mallia¹³. Oppimisprosessi lähtee liikkeelle kontekstin luomisella, jonka jälkeen oppijat itse muodostavat tutkimuskysymykset kohtaamistaan reaali maailman ongelmista. Ihmisellä on luontainen tarve etsiä selityksiä ja tulkintoja erilaisille havainnoilleen¹², joten tutkimus etenee yksilön hypoteesien ja selitysten luomisen kautta niiden kriittiseen arviointiin keskustelussa työskentelevän ryhmän kesken. Ongelman jäsentelyä seuraa tiedon syventäminen uutta tietoa etsien, sekä itse ongelman että siitä nousseiden kysymysten tarkentuminen. Uuden tiedon valossa oppijoiden luomat teoriat ja

selitykset tarkentuvat ja jäsenyvät entisestään. Seurauksena on muun muassa tiedon lisääntyminen, uskomusten muuttuminen ja ryhmän jäsenten välisessä vuorovaikutuksessa syntyvä yhteinen tietoperusta ja ymmärrys.¹² Oppimisprosessin aikana ryhmän jokainen jäsen on yksilöllisesti vastuussa yhteisen tiedon edistämisestä ja ongelman ratkaisusta.



Kuva 1. Tutkivan oppimisen prosessin eteneminen vaihe vaiheelta¹³

Tutkivan oppimisen prosessin omaksuminen voi olla hidasta ja ryhmädynamiikka sekä avoimien ongelmien määrittäminen voi olla oppilaille emotionaalisesti haastavaa. Työskentelyä ohjaavan opettajan vastuulla onkin käytännön suunnittelun, materiaalien ja aikataulutuksen lisäksi puuttua tarvittaessa ryhmätyöskentelyssä esiintyviin ongelmiin. Opettaja antaa tukea ja vihjeitä prosessin edistymiseen ja luo ympäristöön edellytykset yhteisölliseen oppimiseen.^{12,13} Myös oppimisprosessissa käytetyt työkalut, kuten esimerkiksi kemian ilmiöiden tutkimiseen käytettävät laboratoriovälineet, tulisi valita monipuolisesti ja joustavasti tiedon rakentelua tukeviksi.

Vaikka tutkimukset osoittavat tutkivalla oppimisella olevan positiivinen vaikutus oppimiseen, opettajan on syytä edellyttää tutkivalta ryhmältä etenevää kehitystä ja viimeisteltyä lopputulosta.¹¹ Sillä prosessiluontoisen oppimisen sisältö ja yksittäisen oppijan oppimistulokset eivät ole etukäteen ennustettavissa, sekä työskentelyn lomassa, että loppuarviointissa on hyvä

ohjata oppijaa tarkastelemaan omaa toimintaansa ja oppimisen edistymistä. Tutkivan oppimisen loppuarvioinnissa on syytä kiinnittää huomiota syntyneen tuotoksen lisäksi yksilön ja ryhmän toimintaan.¹²

3.5 Ilmiöpohjainen oppiminen

Arkielämän kokemuksiin ja ympäristön havainnointiin perustuva ilmiöpohjainen oppiminen muistuttaa käytännöiltään hyvin paljon tutkivan oppimisen mallia.¹⁴ Oppiminen alkaa aiheen ihmettelystä sekä oppijan omien kokemusten ja havaintojen kautta muodostetusta henkilökohtaisesta suhteesta oppimisprosessin aiheeseen. Prosessin aikana tutkittava aihe jäsenyy vuorovaikutuksessa muiden ryhmän jäsenten kanssa muun muassa eri näkökulmien ja vaihtoehtoisten ratkaisujen kautta. Ilmiöpohjainen oppiminen on parhaimmillaan moniulotteista, oppiainerajat ylittävää, sekä sisällöllistä että toiminnallista oppimista, jossa myös erilaisten oppijoiden huomioiminen on mahdollista.^{13,14} Tavoitteena oppimisessa ovat sekä opetussuunnitelman sisällöt sekä yhteiskunnassa tarvittavien taitojen harjaantuminen.

Ilmiöpohjaiseen opetuksen toteutukseen ei ole olemassa yhtä tapaa, eikä sen tarkoitus ole ratkaista kaikkia havaittuja ongelmia. Tarkastelun kohteeksi voidaan ottaa jokin monimutkainen ilmiö kuten ilmastonmuutos tai abstrakti käsite, joka on riittävän monipuolinen ja jonka hahmottuminen tapahtuu eri tieteenaloja hyödyntämällä.^{13,14} Oppiminen nähdään oppijan aiempien kokemusten ja uusien havaintojen välisen dynamiikan löytymisenä. Uusi havainto ja aiempien opittujen asioiden väliset ristiriidat pyritään selvittämään ja rakentamaan uusi ymmärrys toiminnan, aistien ja havaintojen kautta ryhmän jakaessa oivalluksia ja ratkoessa ongelmia yhdessä.¹⁴ Pyrkimyksenä on muokata kuvauksia ja selityksiä useita kertoja, jolloin niiden tarkentuminen ja jäsentyminen mahdollistaa selitysten arvioinnin myös teoreettisen tiedon valossa.¹³

Kemian opetuksessa erilaisten ilmiöiden tutkimisessa voidaan hyödyntää muiden luonnontieteiden tai esimerkiksi terveystiedon ja kotitaloustuntien tarjoamia tietoja ja taitoja. Kemian ilmiöiden tutkiminen on elämyksellinen maailma, jossa edellytykset syvälliselle ja mielekkäälle oppimiselle luodaan perinteisten näönvaraisten havaintojen lisäksi tuntoaistimusten, hajuaistin, kuulon ja toisinaan myös makuaistin avulla. Teknologian ja oppiainekohtaisten välineiden käyttö joustavasti osana työskentelyä edistävät oppimisen

mielekkyyttä. Toiminnan ja aistien varaan rakentuva oppiminen tukee myös opitun asian myöhempää mieleen palauttamista luettua tietoa tehokkaammin.¹⁴

Kun tavoitteena on tietojen ja taitojen oppiminen myös tulevaisuutta ja tulevaisuuden yhteiskunnan tarpeita varten, ilmiöpohjaisen reaali maailman tutkimisen lomassa oppijat kartuttavat rohkeutta tarttua monimutkaisiin, joskus epävarmuuttakin aiheuttaviin haasteisiin. Samalla he kehittävät omia tiedonhankinta- ja lähdekriittisyystaitojaan yhdessä ongelmanratkaisutaitojensa kanssa.^{13,14} Oppimisen näkeminen perinteisempää tiedon sellaisenaan toistamista laajempaan kokonaisuuteen suuntaa oppimistuloksen arvioinnin huomioimaan opitun tiedon ja sen syvällisen ymmärtämisen lisäksi itse oppimisprosessia. Lisäksi voidaan arvioida oppijan taitoja käsitellä tietoja ja ilmentää omaa asiantuntijuuttaan. Tällöin tuotettu lopputulos ei muodostu itse oppimisprosessia tärkeämmäksi.¹⁴

Ilmiöpohjainen oppiminen venyttää perinteiseen opetukseen liitettäviä mielikuvia arvioinnin lisäksi myös käytännöistä ja oppimistilanteen rooliasta. Se perustuu oppilaslähtöiseen lähestymistapaan, mutta ei kuitenkaan sulje pois opettajan pedagogisen toiminnan tärkeyttä. Opettajan vastuulla on toiminnan käytännön suunnittelu, johon kuuluu ajankäyttö, materiaalien kokoaminen sekä aiheen rajaaminen riittävän haastavaksi mutta oppijoiden ikätasoa ja ennakkotietoja vastaavaksi.^{13,14} Oppimista luotsaava opettaja toimii oppimisen tukena koko prosessin ylläpidossa ja kiinnostuksen herättämisessä. Samalla hän tasapainoilee oppimisen kontrolloinnin ja oppijoille sallimansa vapauden välillä. Ilmiöpohjaisessa oppimisessä myös opettajalta edellytetään asenteen muutosta opetukseen, luovan ja innovatiivisen ajattelun opettaminen on haastavaa, jos opettaja itse pitää kiinni käsityksestä, jossa opittava tieto on valmiiksi pureskeltua kyseenalaistamatonta faktaa.¹⁴

3.6 Toiminnallinen oppimien

Matemaattisten ja luonnontieteellisten taitojen opettamisessa on pitkään hyödynnetty oppimismenetelmiä, joissa kokonaisvaltaisemman oppimisen saavuttamiseksi yhdistetään oppijan mielessä tapahtuvat prosessit sekä fyysinen toiminta.¹⁵ Tekemällä oppiminen edustaa toimintastrategiaa, jossa erilaisten objektien käsittelyn ja suoran toiminnan kautta pyritään ymmärtämään ilmiöitä ja kartuttamaan käytännön osaamista.¹⁵ Toinen luonnontieteissä ja ammatillisessa koulutuksessa merkittävä näkökulma oppimiseen on opetuksen tilannesidonaisuus. Opittavia tietoja ja taitojen ei hankittaessa irroteta tilanteista, jossa niitä

tarvitaan tai tullaan käyttämään, vaan oppiminen tapahtuu aidossa ympäristössä osallistumalla alan käytäntöihin.^{3,16} Tilanneoppimisen mallista kehitetty kognitiivinen oppipoikamalli voidaan nähdä myös tekemällä oppimisen sovelluksena, jossa yhdistyy perinteinen mestarin oppipoikana oppiminen sekä kognitiivisten taitojen kehittyminen.¹⁶

3.6.1. Tekemällä oppiminen

Tekemällä oppimisessa oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksen ja yhteistoiminnan kautta. Menetelmä korostaa erilaisten objektien ja työkalujen käsittelyn synnyttämien mentaalisten ja motoristen ärsykkeiden merkitystä oppimisessa.¹⁵ Tekemällä oppimisen tehokkuus on tunnustettu niin opetuksen suunnittelusta kuin käytännön toteutuksesta vastaavilla tahoilla. Sen on tutkitusti todistettu parantavan luonnontieteiden oppimista ja opetukseen osallistuvien saavutuksia muun muassa toiminnasta syntyvien positiivisten kokemusten ja emootioiden parantaessa asioiden muistamista.^{6,15} Tekemällä oppimisella on todettu olevan myös suuri vaikutus mielenkiinnon herättämiseen luonnontieteitä kohtaan.

Parhaimmillaan tekemällä oppiminen tuottaa oppijalle kokemuksia ja rohkaisee tätä luovuuden käyttöön. Toiminnan keskiössä on itse objekti, jokin alan väline, joka itsessään tuottaa kysymyksiä ja lisää oppijan mielenkiintoa tutkia opiskeltavaa aihetta.^{6,15} Työskentelyyn käytetystä välineestä riippuen oppijoille voidaan antaa tehtäväksi itse selvittää, kuinka ja mihin kyseistä työkalua käytetään tai opetella sen käyttöä ohjatusti valmiiden ohjeiden mukaisesti. Oppiminen vahvistuu käytännön toiminnassa ja työympäristössä, jossa objektin käytöllä ja oppimisen kohteella on luontainen toimintaympäristö sekä tarkoitus.⁶

Laboratoriotyöt, erilaiset kenttäharjoitukset, työharjoittelut ja työpajojen käyttö opetuksen keinoina sallivat oppijalle mahdollisuuden harjoitella oppimisen kohteena olevaa asiaa suoraan käytännössä.⁶ Tekemällä oppimisen tavoitteena kemian opetuksessa voi olla kokeelliseen työskentelyyn perehdyttäminen, perusvälineistön ja erilaisten mittausvälineiden käytön hallinta tai opintojaksolla opittujen asioiden havainnollistaminen. Lisäksi menetelmää voidaan tehokkaasti käyttää osana tutkivaa opetusta.⁶ Suoran tekemisen kautta oppiminen koetaan usein nautinnolliseksi ja verrattuna videoihin, demonstraatioihin tai muihin kemian opetuksen keinoihin oppijat ovat kiinnostuneempia itse tekemällä tapahtuvasta opetuksesta.¹⁵

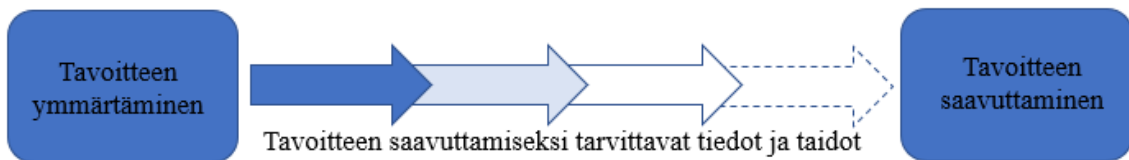
Tekemällä oppiminen ei ole menetelmänä haasteeton. Se vaatii huomattavasti perinteistä opetusta enemmän resursseja kuten aikaa, materiaaleja, tekemiseen soveltuvia tiloja sekä rahoitusta välineisiin ja työskentelyyn.⁶ Käytännön opetuksessa haasteena puolestaan on mahdollisuus väärin toimintamallien vahvistumiseen työskentelyn yhteydessä, sekä monimutkaisen toimintaympäristön tuottaman informaation ja ärsykkeiden tulvasta syntyvä ylikuormitusvaara oppijalle. Ennen varsinaiseen toimintaan ryhtymistä opettajan on syytä selvittää opetukseen osallistuvien ennakkotiedot aiheesta ja tarvittaessa oppimisen mahdollisuuden vahvistamiseksi yksinkertaistaa ilmiötä tai osittaa toimintaa ehkäistäkseen ylikuormittumista.⁶ Monenlaista ärsykettä aivoille tuottavassa opetuksessa syntyy tarve huomioida oppijan emootiot sekä edistää ja vaatia keskustelua oppimisprosessin aikana. Vuorovaikutuksella opettaja voi rohkaista oppijaa käytetyn objektin käsittelyyn tai sen toiminnan tutkimiseen itsenäisesti oppimisprosessin aikana. Oppimisen mahdollisuudet toiminnallisessa opetuksessa riippuvat pitkälle siitä, millaisen oman panoksen opettaja työskentelyyn antaa omalla pedagogisella osaamisellaan.¹⁵

3.6.1 Kognitiivinen oppipoikamalli

Tilanneoppimisen pohjalta kehitetty kognitiivinen oppipoikamalli voidaan nähdä yhtenä tekemällä oppimisen variaationa, jossa oppimiseen vaikuttaa oppimisympäristö, kulttuurilliset seikat, aika ja paikka sekä tilanne, jossa oppiminen tapahtuu.^{3,16} Kognitiivinen oppipoikamalli on prosessi, jossa oppija osallistuu alan yhteisön toimintaan kokeneemman ohjauksessa ja rajatulla vastuulla. Omien tietojen ja taitojen kehittymisen kautta hän saavuttaa vähitellen työyhteisön täysivaltaisen jäsenen aseman.³ Menetelmä perustuu luontaisen motivaation synnyttämiseen, jossa oppimisprosessin osana olevan oppijan menestyminen johtaa kiinnostuksen heräämiseen ja johdonmukaiseen tavoitteiden saavuttamiseen.¹⁶

Erilaiset kemian taidot opitaan parhaiten erilaisten oppimistekniikoiden kautta. Oppiminen tapahtuu osin suoraan tekemällä, osin kirjoittamalla tai havainnoimalla ja keskustelemalla aiheesta.³ Kognitiivinen oppipoikamalli soveltaa monipuolisesti matemaattisia taitoja, lukemisen ymmärrystä ja luovaa kirjoittamista³ sekä luo oppijalle käsityksen alasta ja siihen liittyvästä tietotaidon rakenteesta¹⁶. Aidossa oppimisympäristössä kokeneemman ohjauksessa oppija oppii seuraamalla alan asiantuntijan tapoja työskennellä, havainnoida ja raportoida työstään. Tarkoituksena on tehdä asiantuntijan sisäiset ongelmanratkaisuprosessit näkyväksi,

jotta toimintaa seuraava oppipoika voisi sisäistää asiantuntijalle ominaisen tavan ajatella ja toimia.^{3,16} Ammatilaisen ajattelutapaa mukailleen oppipoika opettelee ensin hahmottamaan toiminnan tavoitteen, jonka jälkeen hän pyrkii määrittelemään ja oppimaan sen saavuttamiseen tarvittavat tiedot ja taidot kuvan 2 mukaisesti.¹⁶



Kuva 2. Kognitiivisessa oppipokamallissa oppija pyrkii saavuttamaan tavoitteensa omaksumalla askel kerrallaan ammatilaisen toimintaan tarvittavat tiedot ja taidot.¹⁶

Oppimiseen kuuluu vaiheittain kasvavat haasteet sekä tehtävien monipuolisuuden ja vastuun asteittainen lisääntyminen.^{3,16} Asiantuntijan tehtävä ei ole toimia ainoastaan mallina oppijalle vaan kognitiiviseen oppipoikamalliin sisältyy oppijaa valmentava näkökulma. Alan ammatilaisen antama palaute ja oppipojan toiminnan kehityksen ohjaus ovat osa oppimisprosessia.¹⁶ Siinä missä asiantuntija pyrkii tukemaan ja tarjoamaan oppijan asteittaiselle edistymiselle tukiranteita, tulee hänellä olla myös ymmärrys vähitellen häivyttää ja purkaa tuen määrää oppijan itsenäisen ajattelun ja toiminnan kasvaessa.³

4. KEMIAN OPETUKSEN ERITYISPIIRTEET JA TYÖSKENTELYTAVAT

4.1 Kemian opetus ja sen erityispiirteet

Kemia tieteenä keskittyy meitä ympäröivän maailman ilmiöiden sekä erilaisten materiaalien ja aineiden ymmärtämiseen, tutkimukseen ja kehittämiseen.^{17,18} Korkeasti käsitteellinen ja tietokirjamaisia rakenteita sisältävä kemia on oppiaineena haastava kaikille.¹⁹ Sen oppiminen koostuu niin kädentaitojen harjoittamisesta, nanomaailman tuntemisesta kuin tiedon jäsentämisestä, käsitteiden ymmärtämisestä ja kemian merkkikielen hallinnasta.^{19,20} Harjaantuneita ajattelutaitoja vaativan oppiaineen oppimista tuetaan käyttämällä opetuksessa monipuolisia työtapoja.¹⁹

Kemian ammattilainen pyrkii kuvailemaan, selittämään ja esittämään erilaisia ilmiöitä.²⁰ Näin ollen kemian opetukseen kuuluu olennaisesti aineiden ominaisuuksien ja kemiallisten ilmiöiden havaitseminen ja tulkitseminen esimerkiksi kokeellisesti, erilaisten rakenteiden, mallien ja mallintamisen avulla. Lisäksi ilmiön käsittelyyn sisältyy sen kuvaaminen kemian merkkikielillä ja mahdollinen matemaattinen käsittely.¹⁹ Näkökulma opetettavaan aiheeseen vaikuttaa tapaamme selittää erilaisia ilmiöitä. Opetuksen toteutus ja aihesisällön käsittely voivat painottua kemian oppimisessa tieteen eri osiin aina aineen olomuodon muutoksen tarkastelusta molekyyli-tieteeseen tai kemiaan käyttöön tieteen työkaluna.²⁰

4.1.1 Abstrakti luonne

Monet kemian teoriat ja selitykset juontavat juurensa mikroskooppisen maailman tarkasteluun, joka jo lähtökohtaisesti on hyvin kaukana oppijan jokapäiväisistä aisti- ja kokemuspohjaisista tiedonhankinnan keinoista.^{18,20} Tätä mikroskooppista maailmaa pyritään kuvaamaan erilaisten yksinkertaistettujen mallien ja esityksien avulla, joiden tarkasteluun ja sisäistämiseen oppijan ennestään tutut oppimisstrategiat eivät usein mukaudu.²⁰

Kemia on pohjimmiltaan induktiivinen tiede²⁰, jossa ilmiöt luovat selityksiä. Päättelyketju lähtee liikkeelle yksittäisten havaintojen joukosta muodostaen niistä jo olemassa olevien sääntöjen perusteella yleistyksen ja selityksen ilmiölle. Oppijalta vastaava kognitiivisesti vaativa oppimisprosessi edellyttää hyväksymään kemian mikroskooppisten tekijöiden olemassaolon, oppimaan niiden luonne sekä ominaisuudet ja käyttämään näitä tietoja työkaluina selityksien rakentamiselle.¹⁷ Raja varsinaisen selityksen ja tilannetta kuvaavan mallin välillä voi olla oppijalle epäselvä²⁰ ja erilaisten selitysten esitystavat, päällekkäisyys ja mahdolliset ristiriidat lisäävät yhteyksien muodostamisen haastetta^{17,18}.

Kemian opetukseen ja oppimiseen sisältyy monia olennaisia abstrakteja käsitteitä kuten liukeneminen, kemiallinen sitoutuminen tai aineen hiukkasrakenne. Käsitteiden ymmärtäminen edellyttää moniulotteista hahmottamista ja harjaantuneita ajattelutaitoja.^{17,18} Kemian sisältöjen oppimisessa erilaisten peruskäsitteiden hallinnalla on kriittinen rooli. Ilman kemian peruskäsitteiden ymmärtämistä teorian oppiminen ja sen myötä uuden tiedon rakentaminen ovat oppijalle haastavia tehtäviä. Käsitteiden ymmärtämättömyys saa aikaan koko opeteltavalle aihekokonaisuudelle absurdin vivahteen.^{17,18} Todellinen ymmärrys syntyy käsitteiden yhdistyessä merkityksellisiin kokonaisuuksiin tiedostavan ajattelun avulla.

4.1.2 Kemian tiedon kolmitaso

Yksi kemian keskeinen piirre on jatkuva vuorovaikutus aistinvaraistesti havaittavien ilmiöiden ja mikroskooppisen ajattelun välillä.¹⁸ Kokenut kemian ammattilainen kykenee tarkastelemaan ilmiötä monitasoisesti ja siirtymään joustavasti tarkastelussaan tasolta toiselle samaan aikaan säilyttäen ilmiön ja sen elementtien ominaisuudet. Noviiisille kemian monitasoisuus on merkittävä haaste, jonka puutteellinen ymmärtäminen altistaa oppijan virhekäsitysten muodostumiselle.^{17,18}

Kognitiivisen oppimisen näkökulmaan ja kemian tiedonkäsittelyyn yhdistyvä tiedon kolmitason malli esitetään usein kolmiona, jonka kärjet edustavat makro-, submikro- ja symbolista tasoa. Makrotasolla ilmiön tarkastelu keskittyy aistihavainnoin saatavaan informaatioon. Submikrotasolla ilmiötä tarkastellaan keskittyen molekyylien, ionien ja kemiallisten rakenteiden maailmaan, kun symbolisella tasolla samaa ilmiötä pyritään kuvaamaan matemaattisesti, graafisesti tai kemian merkkikielellä. Tasot ovat keskenään

samanarvoisia. Ne tukevat ja selittävät toisiaan sekä ovat välttämättömiä kemian ilmiöiden todellisen ymmärtämisen kannalta.^{16,18}

Vuorovaikutus ja tasojen väliset eroavaisuudet ovat tärkeä piirre kemian ja sen käsitteiden ymmärtämiselle.¹⁸ Opetus voi keskittyä joko yhteen kolmion kärkeen kerrallaan tai tapahtua ”kolmion sisällä”, jolloin oppijan odotetaan käsittelevän ilmiötä kaikilla kolmella tasolla samanaikaisesti.¹⁷ Kunkin tason kattava erillinen tarkastelu ja tasojen välisten yhteyksien opettaminen avoimesti oppijalle auttavat oppijaa hahmottamaan kemian ilmiöiden monitasoisuutta ja luomaan yhteyksiä tasojen välillä. Haasteet yhden tason ymmärtämisessä peilautuvat helposti muiden tasojen hallintaan.^{17,18}

4.1.3 Kemian kieli

Kemian oppiminen edellyttää huomattavan määrän erilaisten symbolijärjestelmien ja yhdenmukaisten käsitteiden hallintaa. Symbolikieli, kemian kaavat ja graafiset esitykset ovat osa kemian keskustelua ja muodostavat kemian ilmiöiden käsittelyyn yhteisen kielen. Ne mahdollistavat lukuisten tärkeiden johtopäätöksien tekemisen sekä ilmiöiden esittämisen vaihtoehtoisin tavoin tarkastelunäkökulman korostamiseksi.^{17,20}

Kemian kieli koostuu erilaisista lyhenteistä, jotka ilmentävät ainetta, sen rakennetta tai ominaisuuksia. Esimerkiksi molekyylin nimi kertoo sen mahdollisten toiminnallisista ryhmistä, niiden sijainnista, molekyylin varauksesta tai kolmiulotteisesta muodosta sanan päätteiden, etuliitteiden tai numeroiden avulla. Symbolit ovat kuin sanoja, jotka muodostavat ilmiötä kuvaavia lauseita. Kemian kielen tunteminen helpottaa monimutkaisten symbolijonojen käsittelyä sillä pitkäkin reaktioyhtälö voidaan tiivistää muistiin muutaman käsitteen lauseena, johon sisältyy sekä makro- että mikrotason kuvaukset ilmiöstä.^{17,20}

Kemian opettaja opettaa oppilailleen ilmiöiden tutkimisen lisäksi uuden käsitteiden ja symbolien kielen, joka vaatii huolellista ja opettajan oman artikuloinnin tiedostavaa opetusta. Monet luonnontieteen sanastot ovat oppijalle ennestään tuntemattomia ja niiden ymmärtäminen sekä käyttö haastavaa. On tärkeää ymmärtää uuden kielen opettelu arvo sillä arkipäiväisten termien merkitys tieteellisessä viitekehyksessä saattaa muuttua. Tieteellisen kielen käytön ja käsitteiden oppimisessa keskustelulla on suuri merkitys niin kielen kehittäjänä kuin virhekäsitysten näkyväksi tekemisessä.^{18,20}

4.1.4 Kokeellisuus

Kemian kokeellisuudella voidaan tarkoittaa perinteisesti oppilastöiden, demonstraatioiden, tutkimus- ja projektitöiden tekemisen lisäksi oppijan omakohtaista toimintaa, opintokäyntejä sekä audiovisuaalisia opetusmenetelmiä.^{19,21} Erilaisten kokeellisten menetelmien avulla pyritään tukemaan uusien tietojen ja taitojen oppimista sekä luonnontieteiden periaatteiden ja käsitteiden ymmärtämistä.^{19,22} Kokeellisuutta voidaan soveltaa kemian opetuksessa riippumatta oppijan tulevaisuuden koulutustavoitteista²⁰ ja sillä on tärkeä rooli syvälliseen ymmärtämiseen tähtäävässä opetuksessa oppimisen mielekkyyden ylläpitäjänä sekä tiedon soveltamis- ja analysointitaitojen kehittämisessä²².

Kokeellinen opetus voi toimia lähestymistapana kemian sisältöihin tai olla itse opetuksen sisältönä. Joka tapauksessa se liittyy osaksi jäseneltyä opetuskokonaisuutta, jossa sillä on teoriaa tukeva ja pohdintaan kannustava rooli.^{19,21} Kemian kokeellisen opetuksen toteutus riippuu oppimistavoitteista. Opetuksen fokus voi olla ilmiön havaitsemisessa, käytännön työskentelytapojen oppimisessa tai kokeellisuuden kautta saatujen tulosten käsittelyn oppimisessa.¹⁹ Usein se toimii myös siltana oppijan käsitteiden oppimisen ja makromaailman ilmiöiden välillä luoden yhteyksiä oppijan arkielämään ja sosiaalisen kokeellisen työskentelyn kehittäessä käsitteiden ymmärtämistä.^{19,22} Kemian opettaja voi omalla toiminnallaan ja läsnäolollaan vaikuttaa kokeellisen työskentelyn haastavuuteen ja opetuksessa käytettävien töiden valinnassa on syytä kiinnittää huomiota työn kykyyn kehittää oppijan ajattelua ja tukea omakohtaisen tiedon rakentumista.^{19,21}

Tyypillisesti kokeellinen opetus toteutuu pari tai pientyhmätyöskentelynä^{19,21} ja käytetty opetusmenetelmä voi vaihdella opettajajohtoisesta toiminnasta oppijan tukemiseen ja itsenäiseen työskentelyyn valmentamiseen. Kemian opetuksen yleistilannetta ja kokeellisuuden ilmenemistä kemian opetuksessa on kartoitettu muun muassa Kemia tänään¹⁹ (2008) ja Kemian opetuksen tila 2018²¹ tutkimuksissa. Tutkimusten perustella suurin osa opettajista hyödyntää kokeellisuutta opetuksessaan mutta kokeellisuuden eri toteutusmuodot vaihtelevat suuresti eri opettajien ja koulujen välillä. Kokeellisuuden haasteina opettajat mainitsevat erityisesti ajan, resurssien, tilojen tai välineiden puuttuminen, työturvallisuushaasteet sekä oppilasryhmien suuren koon^{19,21}.

4.2 Kemian opetuksen keskeiset työskentelytavat

Tässä kirjallisuuden osassa perehdytään kemian opetuksen keskeisiin työskentelytapoihin ja niiden myötä opettajalle syntyviin mahdollisuuksiin tukea kemian oppimista oman toimintansa kautta. Samalla tarkastellaan eri työskentelymuotojen rajoitteita sekä opettajan roolia oppimisen ohjaajana eri työskentelymuodoissa.

4.2.1 Tutkimusnäkökulman korostuminen

Empiiriselle luonnontieteelle, kuten kemialle, tutkimuksellinen ote havaintojen tekemisessä ja selittämisessä on tyypillinen lähestymistapa käsitellä ympäröivän maailman ilmiöitä. Kemian ilmiöiden tutkimus ja selittäminen perustuu havaintojen tekemiseen sekä niiden kuvaamiseen luotujen mallien, käsitteiden ja mittausten avulla. Lisäksi olennainen osa tutkimusnäkökulmaa on asettaa havainnoista tehdyt hypoteesit, mallit ja uskomukset kriittisen tarkastelun kohteeksi ja testata ne kokeellisesti. Kemia on luonteeltaan tutkiva tiede, tutkimuksellinen näkökulma heijastuu luonnollisesti myös kemian opetukseen.²³

Opetuksessa tutkimusnäkökulma ilmenee tiedon kertomisen sijaan kysymysten tärkeyden korostumisena sekä kriittiseen ajatteluun johdattelemisena. Oppija ohjataan tiedonhankintaprosessiin, jossa havaintojen tekemisen, tutkimisen, testaamisen ja kriittisen arvioinnin kautta siirrytään soveltamaan opittua tietoa ongelmanratkaisutilanteissa. Kemian tutkimuksellinen näkökulma toimii punaisena lankana monissa kemian opetuksen työskentelytavoissa kuten kokeellisessa opetuksessa.²³

4.2.2 Mallit ja mallinnus kemian opetuksessa

Erilaiset tavat visualisoida kemian ilmiöitä ovat vakiintuneet osaksi nykypäivän kemian tutkimusta. Niistä on tullut olennaisia kemian työkaluja, joita hyödyntämällä voidaan tarkastella ja selittää kemian ilmiöitä, systeemejä, prosesseja, objekteja ja tuloksia.^{24,25} Nämä mallit liittyvät yhteen kemian teoreettisen ja kokeellisen maailman.²⁴ Ne keskittyvät tutkittavan ilmiön olemuksen ytimeen jättäen tietoisesti pois merkityksettömät yksityiskohdat tai

monimutkaiset kuvaukset ilmiöstä.^{20,26} Kuvailemisen ja selittämisen lisäksi mallintamista voidaan käyttää havainnollistamaan sekä ennustamaan tutkittavan kohteen käyttäytymistä tai tapahtumalle tarpeellisia olosuhteita esimerkiksi yhdenmukaistamalla selitykset jo ennestään tiedossa olevien kemian lainalaisuuksien kanssa²⁴⁻²⁶.

Mallinnusta voidaan tehdä piirtämällä, ajattelemalla tai tietokoneohjelmia hyödyntämällä. Se voi olla verbaalista tai konkreettista toimintaa ja keskittyä ilmiön visuaaliseen tai matemaattiseen käsittelyyn. Käytetyn mallinnusmenetelmän valinta tehdään useiden rinnakkaisten menetelmien välillä riippuen aiheyydestä ja mallin käyttötavoitteesta.^{24,25} Nykypäivänä tietokonepohjainen mallinnus on vakiintunut osaksi kemian tutkimusta ja vähitellen siirtymässä kemian opetukseen työkaluksi perinteisempien mallinnusmenetelmien rinnalle^{19,21,25}.

Kemian opetuksen työkaluna mallinnus mahdollistaa informaation hankkimisen kohteesta, jota ei voida suoraa havainnoida tai mitata.²⁶ Mallinnuksen tehtävä opetuksessa on auttaa oppijaa ymmärtämään ja tekemään tiedettä. Sen avulla voidaan visualisoida kaikkia kemian kolmitason tasoja aina kokeen työvaiheiden kuvaamisesta tapahtuman ja tulosten esittämiseen. Monipuolisten mallinnusmenetelmien käytön on todettu auttavan oppijaa hahmottamaan kolmitason tasojen välisiä yhteyksiä.²⁴ Mallintamiseen perustuvassa opettamisessa on tärkeää tehdä oppijalle selväksi mallien luonne todellisuutta kuvailevina esityksinä sekä niiden tarjoamat mahdollisuudet ja rajoitteet kemian ilmiöiden ja prosessien tutkimisessa.^{24,26}

4.2.3 Demonstraatiot

Demonstraatio-opetus eli esittämällä tai havainnollistamalla toteutettu opetus on yksi kemian kokeellisuutta ilmentävistä työskentelymuodoista. Sen päämääränä on esittää tai tutkia luonnonilmiöitä kontrolloiduissa olosuhteissa keskittyen niiden olennaisten muuttujien ja ilmiön luonteen havainnointiin.²⁷ Demonstraatio-opetuksessa tietoa hankitaan empiirisesti aistimaailmaa ja konkreettista toimintaa hyödyntäen sekä tieteellisen tutkimuksen ja tutkivan oppimisen periaatteita ja rakennetta noudattaen.²⁷ Ilmiön havainnoinnin lisäksi sitä käytetään kemian sisältöjen oppimisen työkaluna muun muassa uuden asian tai kemian käsitteiden oppimiseen johdattelussa sekä aiheen konkretisoinnissa. Yllättävä, näyttävä ja kysymyksiä herättävä demonstraatio aktivoi oppijan kiinnostuksen aiheeseen. Opettaja auttaa kanavoimaan

ja jalostumaan oppijan heräkkeen mielenkiinnon ongelmia ratkovaksi ajatteluksi ja madaltaa näin kynnystä abstraktiin ajatteluun siirtymisessä.²⁷

Demonstraatio-opetus on opettajajohtoinen työtapo, jonka pohjimmaisina tavoitteina ovat luonnontieteellisen ajattelun omaksuminen, harjaannuttaminen sekä luonnonilmiöiden ja niiden teoreettisen perusteiden välisten yhteyksien tekeminen oppijalle konkreettiseksi. Varsinkin tunnin alkuun sijoitettuna demonstraatio toimii oppimisprosessin käynnistäjänä, joka siirtää oppijan huomion liki välittömästi käsiteltävään aiheeseen.^{27,28} Oppijan ajattelua aktivoiden demonstraatio aikaansaa sekä välitöntä pintaoppimista kuten yksittäisten faktojen muistamista, että loogisten kokonaisuuksien muodostamisesta seuraavaa syväoppimista.²⁷ Sen avulla voidaan kehittää oppijan kykyä jäsentää aineistoa sekä erotella ilmiön kannalta olennaisia havaintoja tai ominaisuuksia. Lisäksi demonstraatio kehittää ilmaisutaitoa kemian ilmiöistä.²⁷ Demonstraatioiden käytön on havaittu herättävän kysymyksiä kemian ilmiöistä oppikirjaa tehokkaammin sekä ylläpitävän ryhmän positiivista ilmapiiriä ja parantavan yhteishenkeä yhteen tulemisen ja yhdessä tekemisen myötä.²⁸

Ilmiön esittäminen ja havainnointi vaatii tuekseen opetuskeskustelua, jossa todellinen käsitteiden ymmärtäminen ja sisältöjen merkityksien luominen tapahtuu. Keskustelulla vahvistetaan ja selvennetään demonstraatioissa havaittuja asioita sekä liitetään kemian periaatteet ja niiden ilmeneminen toteutetun työn havaintoihin ja tuloksiin.^{27,28}

Opettajan toteuttama työ antaa oppijalle mahdollisuuden seurata kemian ammattilaisen työskentelyä ja mallioppimisen keinoin kehittää omaa käsitystään muun muassa kokeellisen työskentelyn työturvallisuudesta ja tutkimuksen teon eri vaiheista. Opetusmenetelmänä demonstraatio mahdollistaa opettajalle oppijoiden erilaisten oppimistapojen huomioimisen ja tukee erityisesti ongelmanratkaisutaidoiltaan heikompia ryhmän jäseniä.²⁸ Kun opettaja on fyysisesti läsnä koko oppimisprosessin ajan, hän kykenee havainnoimaan ja kontrolloimaan oppimisprosessia. Omalla ammattitaidollaan opettaja korostaa olennaisia asiayhteyksiä ja ohjaa oppimista kohti asetettuja tavoitteita.^{27,28}

Hyvä työ on oppijan ikään ja osaamistasoon sopiva. Selkeä ja turvallinen demonstraatio huomioi kemian sisällöt ja on käytännössä toteutettavissa mielenkiintoisella ja oppimistavoitteita tukevalla tavalla. Opettajajohtoisesti toteutettuna oppilastyöksi soveltumattomat mutta efektiiviset kokeelliset työt voidaan ottaa opetuskäyttöön samalla minimoiden tarvittavat resurssit ja syntyvän jätteen määrä.²⁸

Työskentelyn ennakkovalmisteluilla on suuri merkitys opetuksen toteutuksessa. Etukäteen tehdyt valmistelut ohjaavat työn varsinaista toteutustapaa sekä auttavat opettajaa ennakoimaan työn ongelmia ja siihen kuluvaan aikaan. Usein juuri ajan puute, ennakkoon tehtävän työn määrä sekä opettajan tiedon puute menetelmän pedagogisista hyödyistä rajoittavat demonstraatioiden käyttöä opetuksessa. Kerran huolellisesti testattu ja valmisteltu työ muistiinpanoineen ja kysymyksineen voidaan kuitenkin hyödyntää opetuksessa useita kertoja myöhemminkin. Kun työn tekninen toteutus on opettajalle tuttu, voi hän keskittyä opetuksen aikana oppijan ohjaamiseen erilaisten tehokeinoja käyttäen. Näitä keinoja ovat esimerkiksi äänen käytön, oman energisyyden ja läsnäolon sekä ilmiön jonkin osuuden tai ominaisuuden tarkoituksenmukaisen sivuuttamisen.²⁸

4.2.4 Laboratorio-opetus

Kemian opetuksen sydämeiksi kutsutulla laboratorio-opetuksella on pitkään ollut tärkeä rooli luonnontieteiden opetuksessa oppijan ikätasosta ja kulttuurista riippumatta.²⁹⁻³¹ Tyypillisesti sillä tarkoitetaan koulutuksen puitteissa tapahtuvaa toimintaa, jossa oppijat pyrkivät ymmärtämään ja havainnoimaan oikeita reaalimaailman ilmiöitä erilaisten materiaalien ja objektien käsittelyn avulla.²⁹ Laboratorio-opetus toimii niin lähestymistapana aiheeseen kuin itse oppimisen keskeisenä sisältönä. Sen käyttö opetuksen työskentelytapana on korostunut jo alakoulussa tapahtuvasta kemian opetuksesta lähtien.³¹ Laboratorioaktiiviteettien käyttöä kemian opetusmenetelmänä on tutkittu eri puolilla maailmaa laajasti ja se osoittautunut toimivaksi tavaksi saavuttaa ainakin osa luonnontieteiden oppimis- ja opetustavoitteista. Varsinkin tarkoituksenmukaisesti toteutettu laboratoriotyöskentely voi tehokkaasti auttaa oppijaa kehittämään tiedonrakennustaitoja, logiikkaa, tarkkaavaisuutta sekä ongelmanratkaisukykyä.²⁹⁻³¹

Siinä missä mutkin kokeellisen opetuksen työskentelymuodot, myös laboratorio-opetus edellyttää tavoitteellisuutta ja valtakunnallisen opetussuunnitelman periaatteita tukevaa toimintaa.³¹ Tavoitteita tukevassa ja merkityksellisessä oppimisessa oppijalle pyritään järjestämään mahdollisuus käsitellä välineitä ja materiaaleja tavoilla, jotka yhdistetään tieteelliseen käsitykseen ja rakentaa oppijan omaa ymmärrystään ilmiöstä.²⁹ Käytännön työskentelyllä hankitun kokemuksen tulisi integroitua osaksi aiheen teorian opetusta, siten että oppija kykenee luomaan asiayhteyksiä ja muodostamaan kattavan kokonaiskuvan ilmiöstä.³⁰

Työskentelyä edeltävällä ja sen jälkeen käydyllä yksityiskohtaisella keskustellulla aiheesta ja asiayhteydestä on kriittinen merkitys oppimisen tukemisessa.^{29,31}

Laboratoriotaidot eivät ole oppijalle luontaisia ja niiden oppiminen vaatii konkreettista harjoittelua.³¹ Työskentely voidaan suunnitella ja suorittaa oppijan yksilöllisen toiminnan kehittämistä vaalien tai erilaisten ryhmäkokojen mukaisesti toteutettuna toimintana. Oppijan osaamistasosta riippuen opettajan ohjaus ja suora opetus vaihtelee erittäin korkeasti ohjatusta opettajajohtoiseen ja avoimeen tutkimustyöskentelyyn.²⁹ Tavoite opetuksessa voi olla niin sisällöllinen kuin käytännöllinen, motivaatiota kasvattava tai kemian tieteen luonteen oppiminen. Oppimisen tavoite vaikuttaa resurssien ja näkökulmien lisäksi itse työskentelyn toteutukseen ja opetuksen etenemisen vaiheisiin.³¹ Laboriatoriotyöskentely on potentiaalinen menetelmä kehittämään oppijan taitoja muun muassa kysymysten asettamisessa, hypoteesin muodostamisessa sekä tieteellisen tutkimuksen teon ja tulosten käsittelyn käytännön taidoissa.²⁹ Vaikka kemian opetuksen kaikkia tavoitteita ei laboratorio-opetuksella voidakaan olettaa tehokkaasti saavutettavan, se voi toimia tärkeänä osana aiheen käsittelyä ja käytettävää opetuskokonaisuutta.³⁰

Laboratorio-opetus koetaan opetusvideoita tai opettajan suoraa opetusta kiinnostavammaksi työskentelytavaksi. Uniikki oppimisympäristö ja tiukasti muodollisesta opetusrutiinista poikkeavat toimintatavat ovat potentiaalisia konstruktivisen oppimisen ja sosiaalisten taitojen kehittämisen mahdollistajia.³⁰ Työskentely voi olla kestoaltaan joitain kymmeniä minutteja tai kattaa useiden viikkojen mittaisten projektien toteuttamisen.²⁹ Määrän sijaan töiden laadulla on ratkaiseva merkitys ja hyvän työn tulisikin kattaa vähintään työn suunnittelun, toteutuksen sekä tulosten raportoinnin ja analysoinnin vaiheet.^{30,31}

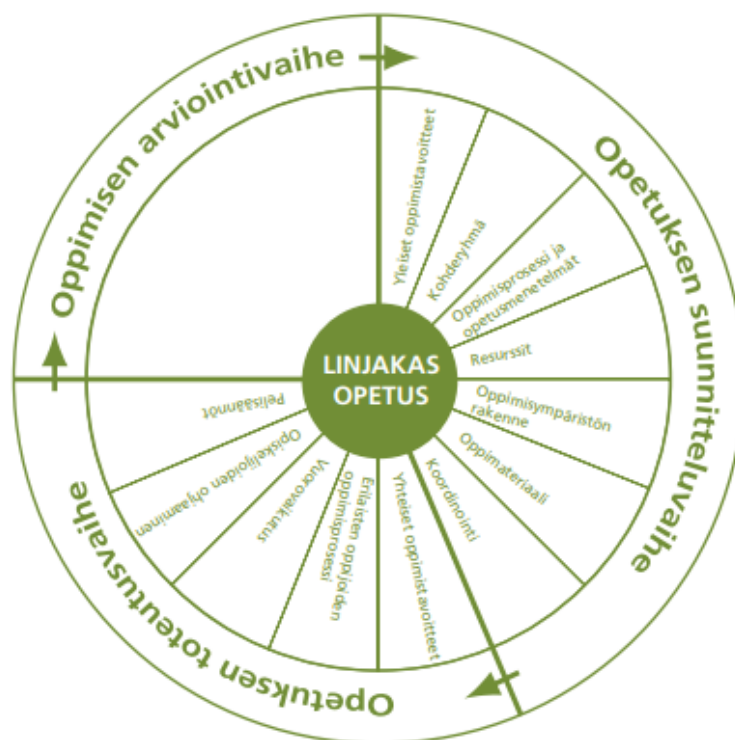
Opettajalle laboratoriossa tapahtuva opetus tarjoaa mahdollisuuden välttää monotonisuutta opetuksessaan ja varioida opetustekniikoitaan monipuolisesti.³⁰ Työohjeiden sanamuotoja sopivasti muokkaamalla ja kommunikation mahdollisuuksia tarjoamalla voidaan ohjata työskentelyä kohti merkityksellistä kemian oppimista. Sillä kehittävä opetus on usein aikaa vievää, oppijalle on tarjottava myös aikaa käsitellä aihetta ja reflektoida omaa toimintaansa.^{22,30} Lisää muuttujia laboratorio-opetuksen toteutukseen tuo koulujen opetustilojen, työvälineiden ja resurssien eroavaisuudet. Toteutukseen ja toimintatavan valintaan vaikuttavat myös oppimistavoitteet, oppijoiden keskinäiset vuorovaikutussuhteet, aktiviteetin luonne, arviointinäkömykset, asenteet sekä opettajan käytös ja vuorovaikutus ryhmään ja sen yksilöihin työskentelyn aikana.²⁹

Käytännön oppimisympäristössä tapahtuva opetus vaatii opettajalta tietoa, taitoa sekä kykyä hyödyntää käytössä olevat resurssit sekä yhdistää fyysinen toiminnallisuus että oppijan mielessä tapahtuvat prosessit syvällistä oppimista palvelevaksi kokonaisuudeksi. Uniikki oppimisympäristö haastaa myös oppimisen perinteiset arviointikriteerit ja oppijan edistymisen arviointitavat. Vaikka toteutetun laboratoriotyön eri vaiheiden pohjalta voidaan määrittää arvioinnille perusteet, opettaja tarvitsee keinoja oppijan ajattelutapojen ja oppimisen laadun selvittämiseen niin luokkatilassa kuin laboratoriossa.³⁰

5. KEMIAN OPETUKSEN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA OPETUKSEN ARVIOINTI

Opettajan työskentelyn pohja on vahvasti sidottu koulupoliittisiin rakenteisiin, mutta käytännössä hän suunnittelee ja toteuttaa opetuksensa oppilaan etua tavoitellen.³² Laadukas ja hyvä opetus ei automaattisesti tarkoita monien työskentelytapojen käyttöä vaan edellyttää harkitusti valittuja toimintatapoja, jotka tukevat oppijan oppimisprosessia ja luovat uskoa tämän omiin kykyihin.^{32,33} Opetusdidaktisen näkökulman lisäksi opetustilanteisiin liittyy aina vuorovaikutuksellisuutta sekä tunne- että järkipäisiä elementtejä.³²

Opetuksen suunnittelu lähtee tavoitteista, joita ohjaavat opintosuunnitelmat sekä tutkinnolle asetetut tavoitteet. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan opetusmenetelmiä ja oppimisen sekä opetuksen tason tarkasteluun soveltuvia arviointimenetelmiä.³³ Yksi oppitunti tai opintojakso luo perustan seuraavalle ja näin opetuksen linjakas suunnittelu, toteutus ja arviointi voidaan nähdä kehänä tai jatkumona kuvan 3 osoittamalla tavalla.^{6,33}



Kuva 3. Linjakkaan suunnittelun, opetuksen ja arvioinnin jatkumo.³³

5.1 Opetuksen suunnittelu ja tavoitteiden asettaminen

Opetussuunnitelman pohja tarjoaa opettajalle materiaalia pohtia mikä opetuksessa on tärkeää ja millaiset sisällöt ja tavoitteet opetuksen tulisi kattaa.³² Valmisteluun sisältyy usein myös ennakkokäsityksiä mielenkiintoisen oppimiskokonaisuuden rakentamisesta.³⁴ Opettajan tehtävä on käytännössä selvittää mitä tulisi oppia ja millaisia tietoja ja taitoja oppijan on olennaista hallita. Ensimmäinen välttämätön askel oppitunnin tai opintojakson suunnittelussa on valita opetuksen tavoitteet niin yleisellä kuin konkreettisellakin tasolla.^{6,35} Tavoitteiden asettamista seuraa oppiaineen ja toimintatapojen valikointi, jolla asetettuihin tavoitteisiin pyritään pääsemään.³² Hahmottaakseen opetettavan aiheen kannalta olennaisten tietojen ja taitojen merkityksellisyyden, opettaja analysoi oman aineensa ydinainesta, joka määrittää keskeiset mallit ja teoriat sekä syventävän tietämyksen aiheesta.³³ Opetussuunnitelman perusteilla ja harkitulla materiaalien ja työtapojen yhdistämisellä pyritään turvaamaan opetuksen tavoitteellisuus.^{32,33}

Linjakkaan opetuksen ja suunnittelun mallissa syvälliseen ymmärtämiseen ja korkeatasoiseen oppimiseen tähtäävässä opetuksessa käytettyjen tehtävien, arvioinnin ja opetuksen tavoitteet rakennetaan tukemaan tavoiteltua päämäärää. Tällöin mahdolliset osatavoitteet, käytetyt opetus- ja arviointimenetelmät muodostavat toisiaan täydentävän kokonaisuuden.^{6,33} Myös oppijalle on tärkeä tuoda julki sekä kokonaistavoite että tehtäväkohtaiset tavoitteet, jotta hän tietää millaista osaamista häneltä odotetaan ja mihin toiminnallaan pyrkii.^{6,32}

Tavoitteet ohjaavat opetuksen suunnittelua ja toteutusta sekä asettavat kehyksen oppijan oppimisen arvioinnille. Samalla ne ohjaavat oppimisen suuntaa, oppijan ponnisteluja sekä saavutettavissa olevan oppimisen syvyyttä.^{6,32} Oppimisen tavoitteiden laatimisessa voidaan huomioida oppijan omat tavoitteet, esitiedot ja tavoitteisen yhteydet muihin oppiaineisiin tai opintoihin.^{6,33} Kohderyhmä ja sen erityispiirteet, kuten koulutusala, opintojen vaihe sekä kertynyt työ- ja elämäkokemus on syytä ottaa huomioon realististen ja oppijaa motivoivien tavoitteiden laatimisessa.^{6,33} Kohderyhmän tuntemus ja tason huomiointi ovat avainasemassa myös puntaroidessa millaista oppimista saadaan aikaan ja millä keinoin ja millaisilla ajattelun tasolla oppija kykenee toimimaan.³⁵ Monipuoliset tavoitteet auttavat huomioimaan myös erilaiset oppijat ja mahdollistaa monipuolisen osaamisen osoittamisen.⁶

Suunnittelutyötä voidaan tehdä monitasoisesti esimerkiksi vuosi, jakso tai viikkotasolla, aineittain, teemoittain tai yksittäisenä tuntisuunnitteluna. Siihen sisältyy oppimisen tavoitteiden

yhteensopivuus sekä käytettävät opetusmenetelmät ja välineet.³² Yleisesti suunnittelu on tapa, jolla opettaja pysyy kartalla siitä mitä tehtiin, mitä jäi tekemättä ja mitä pedagogisia vaikutuksia ratkaisuilla on.³² Opettajan kokemuksen karttuessa, myös opetuksen suunnittelu muuttuu muotoaan. Kokemattomuus ja käytettävien opetusmenetelmien monimutkaisuus vaativat rutinoitunutta opetusta tarkempaa suunnittelua.³² Hyvällä suunnittelulla voidaan vaikuttaa suoraan opetuksen ja oppimisen tehokkuuteen organisoimalla työskentelytavan sisällä tapahtuva toiminta oppimisen mahdollisuutta ja laatua tukevaksi.^{6,34} Muita opetuksen suunnittelussa huomioitavia asioita ovat opiskelijamäärä suhteessa opettajaan ja erilaisiin resursseihin, opintojakson laajuus sekä joustavuus. Kaikkea ei voida suunnitella ennakkoon, joten tilanteiden yllätyksellisyys vaatii opettajalta käytännön luovuutta.

5.2 Opetusmenetelmien valinta

Opetusmenetelmien valinnalla ja erilaisia menetelmiä järkeviksi kokonaisuuksiksi yhdistelemällä opettaja pyrkii edistämään oppijan syvällistä ymmärrystä opiskeltavasta aiheesta ja saavuttamaan oppijan osaamiselle asetetut oppimistavoitteet.^{6,32,33} Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi opettaja joutuu pohtimaan opetusmenetelmiä, välineitä sekä tapoja miten valikoida, järjestää ja tarjoilla opiskeltava sisältö oppijalle.^{32,33} Käytettävät opetusmenetelmät valitaan oppijan ajattelukyky huomioiden siten, että käytäntöön päätyy työskentelymenetelmä, joka kulloinkin parhaiten edistää oppijan oppimista ja tavoitteiden saavuttamista. Erilaisten tavoitteiden saavuttaminen vaatii oppijalta erilaista tiedon käsittelyä, joka mahdollisestaan monipuolisesti opetusmenetelmiä hyödyntäen.^{6,32}

Opetusmenetelmän toimivuus riippuu monesta eri tekijästä ja käytännössä työskentelytapojen valintaan sisältyy suuri määrä hallittavia asioita. Opettajan tulee olla tietoinen erilaisten opetusmenetelmien ja työskentelytapojen käytöstä sekä niiden vaikutuksesta esimerkiksi oppijan aktiivisuuden tai työelämän taitojen tukemiseen.³³ Valintaan vaikuttaa myös se, millaiset tekniset ja pedagogiset resurssit opettajalla on käytössään ja kuinka syvälliseen prosessiin oppijaa pyritään ohjaamaan.^{6,33} Esimerkiksi pinnallisiin toimintatapoihin lukeutuvat kuunteleminen ja lukeminen, kun taas vuorovaikutus, jäsentäminen, kirjoittaminen ja arviointi ohjaavat oppijaa syvällisempään oppimisprosessiin.⁶ Tutkivaa oppimista hyödynnetään usein uuden tiedon rakentamisen ja kriittisen ajattelun kehittämisen tavoitteen saavuttamisessa ja pyrittäessä harjoittamaan oppijan ongelmanratkaisutaitoja opetusmenetelmäksi valikoituu

ongelmalähtöinen oppiminen.³³ Oppijan monipuolisen oppimisen takaamiseksi hänelle tulisi tarjota viikoittain sekä opettajajohtoisia, oppilaskeskeisiä että yhteistoiminnallisia työskentelymuotoja.³² Valitun menetelmän toimivuus riippuu kuitenkin monesta tekijästä. Opettajan opetustyyli, menetelmien hallinta sekä käytäntöön soveltamisen taito itse oppimistilanteessa kuin ohjeiden ja tehtävien antamisessa ovat vain osa kokonaisuutta, johon vaikuttaa lisäksi myös oppimisympäristö, vuorokauden aika kuin osallistujien persoonallisuus ja aktiivisuus.⁶

5.3 Opetusmateriaalien valinta

Opetuksen suunnittelun tärkeimpiä osia on sopivan opetusmateriaalin valinta ja valmistelu.³³ Opiskeltavaan aihekokonaisuuksien oppimiseen on usein tarjolla valtava määrä opetusmateriaaleja, joista opettaja valikoi oppimisen edut ja asetetut tavoitteet huomioiden soveltuvimmat. Tällöin aihe ja sisältö määrittävät materiaaliin kohdistuvat vaatimukset.^{32,33} Käytettävän materiaalin tulisi ohjata oppijaa aiheen monipuoliseen hahmottamiseen ja aktiiviseen tiedon käsittelyyn.³³ Laajat ja monipuoliset aineistot antavat mahdollisuuksia monimutkaisten ilmiöiden havainnollistamiseen ja käytettävien materiaalien vaihtelulla oppija tottuu eri tavoilla tarjottavien oppiaineksien käsittelyyn. Materiaalien valmistuksesta voi vastata niin opettaja kuin oppija itsekin.^{32,33}

Hyvä materiaali on aktivoivaa, vaihtelevaa ja ottaa huomioon oppijan osaamistason.³² Opetusmateriaaliin sisältyy usein oppimista tukevia perustehtäviä sekä haastavia ja muuntuvia tehtäväosuuksia. Hyvä materiaali etenee selkeästi ja loogisesti, keskittyy opetuksen sisältöihin sekä ilmentää oppijalle tämän omaa osaamista.^{32,34} Nämä materiaalit voivat sisältää esimerkiksi kirjallisia, auditiivisia, visuaalisia tai konkreettisia materiaaleja sekä simulaatioita, tietotekniikkaa, erilaisia laitteita, pelejä tai muita oppiainesta käsitteleviä tietolähteitä.³²

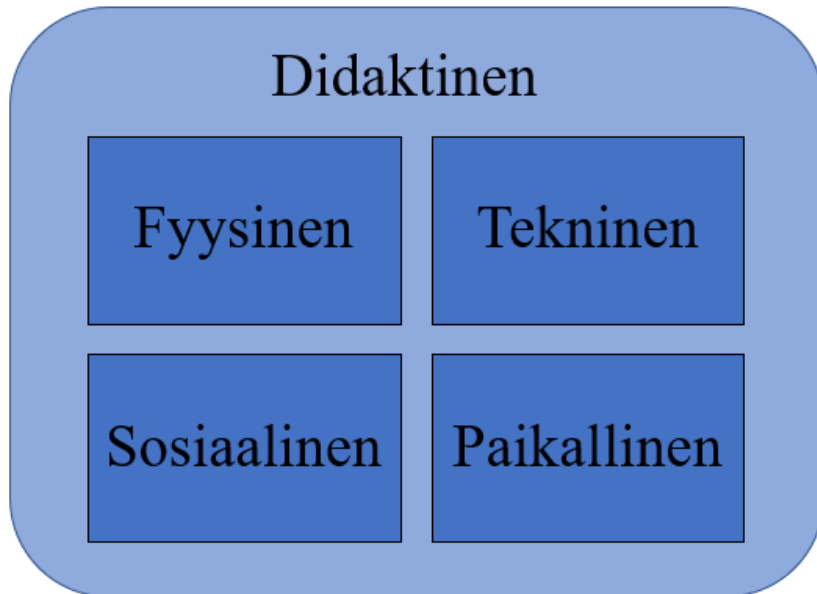
Opetuksessa käytettyjen materiaalien ja välineiden hallinta on merkityksellinen osa koko opetuksen onnistumista.³⁴ Materiaalin toimivuus on sidoksissa opetusmuotoon, valittuihin työtapoihin sekä opettajan henkilökohtaisiin oppimiskäsityksiin. Muun muassa opettajan tapa painottaa eri konstruktivismiin näkökulmia vaikuttava opetusmateriaalilla tavoitellun tiedon käsittelyn laatuun ja oppiaineksesta nouseviin painotuksiin.³² Valinnoillaan opettaja vaikuttaa oppijan oppimiskokemuksen muodostumiseen ja opetusmateriaalien rooliin käytännön opetustilanteessa.³² Monipuolisista vaihtoehdoista valikoidaan ne materiaalit, joiden edut

opetettavan asian oppimisen kannalta sopivat tavoitteisiin muita materiaaleja selkeämmin.³³ Samalla suunnitellaan päivityksen tarve ja säilytys.³²

5.4 Oppimisympäristöt

Oppimisympäristö käsitteenä voi saada monia merkityksiä.³⁶ Perinteisesti oppimisympäristöllä tarkoitetaan oppimiselle sopivaa paikkaa, jossa opetus ja oppiminen tapahtuvat.³² Käsitettä voidaan lähestyä useammasta näkökulmasta. Sisäisessä oppimisympäristössä tarkastelun kohteena on oppijan mieleen syntyvä oppimistila ja ulkoinen oppimisympäristö kattaa fyysisesti tilat, opetusvälineet sekä opetustilanteen sosiaaliset vaikutukset.³² Tekniikan avulla perinteinen oppimisympäristö laajenee luokkatilan ulkopuolelle ulottuvaksi avoimeksi oppimisympäristöksi.³²

Oppimisympäristön rakenne määrittelee tarjolla olevat oppimismahdollisuudet ja ohjaavat oppimisprosessia.^{33,37} Fyysinen oppimisympäristö on keskeisessä osassa sosiaalista ja toiminnallista oppimisprosessia, jossa opetustila, opettajan käyttämät opetusvälineet sekä opetusmateriaalit ovat oppimisen kehystekijöitä.^{32,37} Pyrittäessä mielekkääseen ja merkitykselliseen oppimisympäristöön, didaktisen oppimisympäristön merkitys korostuu muun muassa opetusmateriaalien ja oppimista tukevan toiminnan suunniteltaessa.³⁷ Oppimisympäristön tekniseen näkökulmaan vaikuttavat ennen kaikkea opetuksessa käytetyt laitteet ja opetusvälineet. Ammatillisessa koulutuksessa esimerkiksi työharjoittelupaikat toimivat paikallisina oppimisympäristöinä, jotka liittyvät osaksi koko oppimisympäristöä kuvaavaa kokonaisuutta kuvan 4 esittämällä tavalla. Oppimisympäristö valitaan tukemaan oppimiselle asetettuja tavoitteita ja huomioimaa opetustilanteen vuorovaikutusdynamikka.³³



Kuva 4. Erilaisten oppimisympäristöjen keskinäinen suhde ³⁷

Hyvän oppimisympäristön tulee olla monipuolinen ja ohjata oppijaa itsenäiseen sekä aktiiviseen tiedonrakentamiseen.³⁷ Opettajan tulisi viisasti hyödyntää koulussa ja sen ympäristössä olevia resursseja käytännöllisen ja aitoja kokemuksia tarjoavan kemian opetuksen osana. Aitoja oppimisympäristöjä hyödyntämällä opettaja voi kompensoida laitteiden tai muiden resurssien puutetta sekä vaikuttaa oppijan kokemuksiin kemian opiskelusta.^{34,37} Etenkin paikallisia oppimisympäristöjä hyödyntämällä syvennyttään luonnollisesti tutkittavaan ilmiöön, jolloin tarve ja tarkoitus uudelle tiedolle syntyvät kuin itsestään.³⁷

Oppimisympäristön toimivuutta voidaan arvioida monin eri menetelmin. Arvioinnin tehtävänä on auttaa opettajaa näkemään oppijan ohjauksen tarpeet sekä selkeyttää kehitystarpeita.³⁷ Arviointimenetelmä voidaan valita tavoitteiden tai oppimisympäristön toimivuutta kartoittaen. Erilaisin menetelmin voidaan seurata esimerkiksi laboratoriotyöskentelyä, teknologian käyttöä tai opetuksen tavoitteiden toteutumista. Kemian opetuksessa käytettyjä oppimisympäristön toimivuuden kartoittamismenetelmiä on useita. Valinta sopivasta menetelmästä tehdään oppimisympäristökohtaisesti painottaen valikoituja tarkastelun kohteita.³⁷

5.5 Opetuksen toteutus

Yhteen opetustilanteeseen ei ole vain yhtä oikeaa tapaa opettaa tai oppia.⁶ Opetustilanne voi koostua yhdestä tai useammasta opetustekniikasta, joita sopivasti rytmittämällä syntyy oppijan aktiivisuutta ja mielenkiintoa ylläpitävä kokonaisuus.^{6,35} Opetuksen käytännön toteutuksen tulisi olla linjassa opetuksen tavoitteiden kanssa. Asetetut tavoitteet ja aiheen sisällöt ohjaavat toiminnan ohjeistusta, työskentelytapoja ja erilaisten opetusmenetelmien toteutusta opetustilanteessa.³³ Käytännössä ohjeet vaihtelevat aiheen sisällön sekä oppijalta odotetun ajattelun tavoitteiden mukaisesti.³⁵

Oppijalle on tärkeä selkeyttää mitä ja millaista oppimista häneltä kulloinkin odotetaan. Oppijan tietoisuus opintojakson tai yksittäisen oppitunnin tavoitteesta auttavat häntä säätämään omaa oppimisprosessiaan ja suuntaamaan energiansa olennaisiin asioihin.^{32,33} Sujuvaa opetustilannetta suunniteltaessa pyritään huomioimaan käytössä olevien resurssien, tilojen ja materiaalien rajoitteet. Selkeät mutta joustavat aikataulut sekä tarvittavien välineiden ja laitteiden valmistelu lisäävät opetuksen sujuvuutta.^{33,34} Hyvällä suunnittelulla vaikutetaan suoraan opetustilanteen työrauhaan.³²

Samoja sisältöjä voidaan opettaa samoja opetusmenetelmiä käyttäen, mutta opetustilanne muotoutuu silti erilaiseksi opettajan persoonasta ja oppimiseen liittyvistä näkemyksistä johtuen. Käytännön opetukseen vaikuttaa se mitä ja miten opettaja opettaa ja mitä hän arvostaa oppimistuloksina.⁶ Esimerkiksi opettajan tapa ilmaista itseään on osa hänen persoonaansa, jonka piirteet näkyvät hänen opetuksensa toteutuksessa, käytänteissä ja toimintatavoissa.^{6,38} Parhaimmillaan oman persoonallisuuden ja vahvuuksien hyödyntäminen, sekä tietoisuus omista toimintatavoista auttaa opettajaa onnistumaan työssään.^{32,38}

Oppijan oppimiskokemuksien muuttuessa opettajan rooli opetustilanteissa muuttuu joustavammaksi.³⁵ Vuorovaikutuksen kautta opettaja vaikuttaa niin yksilön kuin koko ryhmän toimintaan.³³ Parhaimmillaan opettaja kykenee luomaan oppimisympäristöön ilmapiirin, jossa keskinäinen kunnioitus ja luottamuksellinen suhde aktivoi, motivoi ja tukee oppijan oppimista.^{33,38} Oppilaslähtöisessä opetuksessa yksilön oppimisprosessin huomioiminen on keskeinen osa oppimistilannetta. Oppijan tuen tarpeet pyritään huomioimaan ja suhteuttamaan opettajan tuki tämän taitoihin ja itsesäätelyn tasoon. Samassa opetustilanteessa voidaan huomioida lähtötasoltaan erilaiset oppijat vaihtoehtoisin tehtävin, opetusmateriaalin ja vuorovaikutuksen keinoin.³⁸

5.6 Opetuksen arviointi ja kehittäminen

Oppilaan arvioinnilla oppijaa pyritään ohjaamaan ja kannustamaan opiskeluun, sekä keskittämään oppimista tiettyjen tietojen ja taitojen hallintaan.^{6,33} Arviointikriteerien on oltava linjassa oppimiselle suunnitteluvaiheessa asetettujen tavoitteiden sekä käytännön toteutuksen kanssa. Oppilaan arviointi tulisikin toteutua mahdollisuuksien mukaan niin lähtötasoa, oppimisprosessia kuin oppimistulosta tarkastellen.^{6,33} Arvioinnin yksi tarkoitus on antaa opettajalle palautetta oppimisprosessin parantamiseksi ja mahdollisuuksia korjaavien toimien toteuttamiseen niiden oppijoiden kohdalla, jotka kaipaavat suorituksiinsa parannusta.³⁴ Oppimisen arviointi kertoo mitä on opittu ja mitä oppija ymmärsi oikein tai väärin. Näiden tietojen pohjalta ei kuitenkaan voida päätellä mistä osaamisen puutteet johtuvat.⁶

Opetuksen arvioinnilla pyritään saamaan tietoa opetuksen vahvuusalueista, kehittämiskohteista sekä opetuksen ja oppimisen laadusta.⁶ Sen tavoitteena on ensisijaisesti mahdollistaa opetuksen parantaminen, ottamatta kuitenkaan suoraa kantaa siihen, miten asiasisältöjen käsittely tai opetus tulisi käytännössä toteuttaa.⁶ Arvioitavia kohteita voivat olla oppiminen tai opettajan tekemä työ. Keskeistä opetuksen arvioinnissa on selvittää tukevatko tavoitteet, sisällöt, opetusmenetelmät ja arviointi samaa päämäärää. Samalla voidaan selvittää oppimisympäristön ja opetusmenetelmien toimivuutta sekä opetustilanteen ohjauksen laatua.^{33,34} Oppijoilta saatua palautetta ei voida suoraa käsitellä opetuksen arviointitapana.⁶ Palautteen keruulla voidaan kuitenkin hankkia tietoa oppimateriaalin ja ympäristön toimivuudesta sekä ohjauksen laadusta oppijan omakohtaisia kokemuksia heijastaen.^{6,33}

Opetuksen kehittäminen ei tarkoita virheiden etsimistä työtä, vaan osoittaa opettajan oman ammattitaidon kypsymistä ja opettajana kehittymistä. Kyseessä on opettajan oma oppimisprosessi, joka vaatii aikaa sekä tukea. Samalla se innostaa myös muita kehittymään ja palkitsee henkisesti. Kehittymisen tarve voi nousta esiin oppilaan arvioinnin, palautteen tai opetuksen toteutuksessa esiin nousseiden havaintojen kautta.³³ Oppimisen tukemisen näkeminen jonain muuna kuin sujuvana opetuskokemusten jatkumona ja toiminnan suuntaaminen opetusmenetelmien kautta oppijan ajatteluun ovat lähestymistapoja, joita opetustaan kehittävältä opettajalta voidaan edellyttää.⁶

Omaa opetustaan opettaja voi arvioida vertaamalla toimintaansa niin maanlaajuisesti kuin kansainvälisesti muiden opettajien sekä työyhteisöjen toimintaan. Alan tutkimuksia ja kehitystä seuraamalla tieto muiden kokemuksista heijastuu myös omaan toimintaan ja sen arviointiin. Ratkaisevassa roolissa opetuksen kehittymistä on opettajan omien pedagogisten käytänteiden tiedostaminen.³³

Opetuksen kehittäminen on pitkäkestoinen prosessi, joka vaatii opettajalta motivaatiota ja sitoutumista. Kehityksen kohde valitaan ja rajata huolellisesti siten, että aiheesta on mahdollista saada selkeää ja luotettavasti arvioitavaa tietoa. Kerätyn ja arvioidun tiedon pohjalta valikoituvat opetustilanteiden todelliset kehittämisen kohteet ja vasta niiden taustalla vaikuttavat ongelmat paljastavat varsinaiset korjaustarpeet.⁶ Edellytyksenä on valikoida menetelmä, joka antaa tietoja juuri halutulta alueelta ja oikeasta näkökulmasta. Yleinen virhe kehityskohteiden kartoituksessa on kerätä tietoa vähän kaikesta, jolloin selkeä kuva kehityskohteesta jää muodostumatta.⁶ Tiedon keräämiseen voidaan hyödyntää opettajien ja oppijoiden työpanosta, ulkopuolista arvioijaa, opettajan tai vertaisopettajan havaintoja, itsearviointia ja oppijoiden kanssa käytyjä ryhmä tai yksilökeskusteluja.

Opetuksen kehittäminen on luovaa toimintaa, jossa keskustelu muiden opettajien kanssa ja uuden kokeilu vie kehitystä eteenpäin. Harha-askeleilta ei kuitenkaan voida välttyä.³³ Opetuksen ongelmat eivät välttämättä tule julki tai niiden löytämien tai ratkaisemisen voi olla opettajan vaikutuspiirin ulottumattomissa. Toisinaan yhden ongelman korjaaminen johtaa ongelman syntymiseen jollain toisella opetuksen osa-alueella.⁶

6. KEMIAN OPETUS AMMATILISESSA PERUSKOULUTUKSESSA

Suomalaisessa koulutusjärjestelmässä peruskoulun päättänyt nuori jatkaa opintojaan toisen asteen opintoihin. Valittavana on akateemisesti painottuneemmat lukio-opinnot tai ammatillinen peruskoulutus, jonka koulutusohjelmien tehtävänä on valmistaa nuoria sekä aikuisia valitsemansa ammattialan työtehtäviin. Ammatillinen peruskoulutus pitää sisällään valtavan määrän erilaisia uravaihtoehtoja ja koulutusohjelmia lukuisiin eri ammatteihin. Monien yhteiskunnan toiminnan kannalta merkityksellisen alojen lisäksi ammatillinen koulutus tarjoaa reitin opintojen jatkamiseen korkeakoulutasolla.³⁹

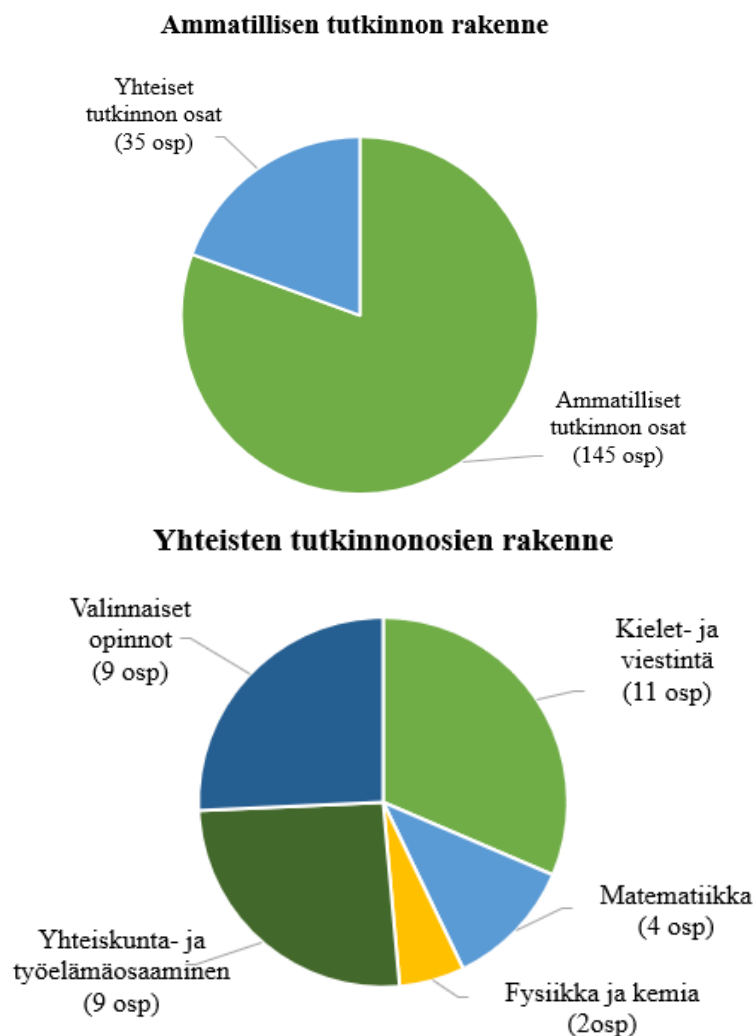
Useissa nykypäivän ammateissa olennainen osa ammattitaitoa on erilaisten kemian prosessien kontrollointi ja soveltaminen käytännön vaihtelevissa työskentelytilanteissa. Ala voi perustua kokonaan kemiaan tai sisältää tiedepohjaista toimintaa.³⁶ Siinä missä peruskoulussa tai lukiossa opitaan tuntemaan kemian sovelluksia, ammatillisen koulutuksen painopiste on oppia kemiaa voidakseen soveltaa sitä käytäntöön työtehtävissä. Ammatilliselle koulutukselle tyypillinen moniulotteinen koulutusrakenne asettaa omat haasteensa perinteiselle kemian opetukselle, sillä opetus ei voi olla täysin riippuvainen jostain spesifistä tiedosta, jonka opiskelija hankkii aiemmista opinnoistaan. Opetuksessa tulee huomioida myös kemian opintojen räätälöinti alakohtaisiin tarpeisiin, kemian sisällyttäminen oppipoikamallin käytäntöihin sekä huomioida opinnoissaan eteenpäin jatkavien opiskelijoiden tarpeet.³⁶

Kemian oppimisen ja opettamisen moninaiset lähestymistavat ammatillisissa opinnoissa kätkevät sisälleen paljon avoimia kysymyksiä ja tutkimusaiheita. Toisin kuin perus- ja lukiokoulutuksesta, toisen asteen ammatillisesta koulutuksesta, sekä siihen sisältyvästä kemian opettamisesta ja oppimisesta, on kirjoitettu tai julkaistu tutkimuksia hämmästyttävän vähän.^{36,39}

6.1 Ammatillinen koulutuksen rakenne

Opetushallitus määrittää ammatillisen perustutkinnon perusteet, joihin sisältävät alakohtaisesti tutkintojen muodostumisen osat, ammattitaitovaatimukset, sekä osaamistavoitteet. Suomalainen perustason ammatitutkinto on laajuudeltaan 180 opintosuoritus pistettä, joista 145

osp sisältää ammatillisen osaamisen opintoja. Opinnoista 35 osp kattaa kaikille osaamisaloille yhteisiä yleissivistäviä opintoja kuten matematiikkaa, kieliä ja luonnontieteitä. Fysiikan ja kemian opintoja tutkintoon sisältyy vähintään 2 osp. Tutkinnon perusrakennetta sekä yhteisten tutkinnonosien osa-alueiden sisältöä on havainnollistettu tarkemmin kuvassa 5. Ammatillisten koulutuksen toteutusmallit vaihtelevat eri maiden välillä.³⁶ Tutkintojen ja tutkintotasojen vertailua helpottamaan on luotu kansallinen viitekehys, joka pohjautuu eurooppalaiseen viitekehukseen (EQF). Suomalainen ammatillinen peruskoulutus vastaa tässä viitekehyksessä vaatavuustasoa 4.⁴⁰



Kuva 5. Ammatillisen perustutkinnon kokonaisrakenne sekä yhteisten tutkinnonosien muodostuminen eri osa-alueista.⁴⁰

6.2 Näkökulmia ammatilliseen pedagogiikkaan

Tutkijoiden kiinnostus ammatillisten opintojen pedagogiikkaan on herännyt vasta 2010-luvun alkupuolella. Siinä missä muillakin koulutusasteilla, käytetyllä pedagogialla on suuri merkitys opiskelijoiden ymmärryksen sekä opiskeluun sitoutumisen kannalta. Ammatillista koulutusta voidaan kuvata monelta eri vaihtoehdoisesta näkökulmasta kuten tiedon lisäämisen, pätevytyksen sekä poliittisen lähestymisen kautta. Myös tiedon siirtymisestä eri kontekstien välillä on luotu useita teorioita.

Nykymuotoiseen ammatilliseen koulutukseen vahvasti vaikuttavan pätevyyspohjaisuuden ideologiana on perehdyttää opiskelija ammatin käytänteisiin.⁴¹ Koulutuksessa pyritään yhdistämään teorian opit ja harjoittelu vastuulliseen toimintaan, jota nimenomainen ammatti sisältää. Näin ollen tietoa tarvitaan, jotta pystytään toimimaan sekä nykyhetken työtilanteissa että alan tulevissa tehtävissä.³⁶ Juuri pätevyyspohjaisuuden malli on mahdollistanut opiskelijoiden työkokemuksen kartuttamisen alalta samanaikaisesti opiskelun aikana.³⁹ Ammatillista osaamista voidaan määritellä myös horisontaalisen tiedon eli aihepiiriin liittyvän kattavan osaamisen sekä vertikaalisen tiedon eli tiettyyn aiheeseen liittyvän syventävän erityistiedon kautta.⁴¹

Teoreettisten aineiden, kuten matematiikan ja luonnontieteiden opiskelu sisältyy jokaisen alan opintoihin, mutta näkemykset niistä tutkinnon osana vaihtelevat. Usein näihin aineisiin suhtaudutaan irrallisina, outoina ja vaikeina oppiaineina, joita halutaan välttää tai saada nopeasti suoritettua pois tärkeämmiksi koettujen opintojen alta. Tilanne voisi olla toinen, jos opetuksessa keskityttäisiin löytämään tapoja tehdä teoreettisesta tiedosta helpommin käytettävissä olevaa esimerkiksi kiinnittämällä huomiota opetusmetodeihin ja tiedon liittämiseen muihin ammatillisten opintojen sisältöihin.⁴¹

6.3 Kemian opetuksen erityispiirteet ammatillisessa koulutuksessa

Kemian opiskelu tapahtuu tyypillisesti omana kokonaisuutenaan aikaisessa vaiheessa opintoja tai vaihtoehtoisesti pieninä osina läpi koko opintojen. Käytetty menetelmä vaikuttaa erityisesti kemian sisältöjen ja ammatillisen osaamisen välisten yhteyksien hahmottamiseen. Jos kemian opiskelu tapahtuu opintojen alussa, opiskelijalla voi olla haasteita luoda asiayhteyksiä ammatin

ja kemian syvemmän osaamisen välillä. Tällöin tarpeellinen ammatillinen osaaminen, johon opiskeltava kemian tieto liittyy, ei vielä ole hallinnassa. Pienissä osissa tapahtuva oppimien sallii kemian sisältöjen liittämisen sen hetkisiin ammatillisen opintojen painotuksiin. Ammatillisten opintojen kanssa samassa tahdissa etenevä kemian oppiminen mahdollistaa opettajan kontrolloiman oppimisprosessin ja vahvojen merkityksien muodostumisen.³⁶

Kemian opettajana toimii tyypillisesti akateemisesti koulutettu luonnontieteiden maisteri tai ammatillisen pohjakoulutuksen omaava tekniikan maisteri. Opettajan roolin muodostuminen ammatillisessa opetuksessa on riippuvainen opetuksen tavoitteesta, näkökulmasta, toteutustavasta ja painotuksesta. Akateemisen tausta omaava opettaja on usein perusteellinen ja keskittyy kemia ilmiöiden selittämiseen enemmän, kun yhteyksien luomiseen ammatin käytäntöihin tai opiskelijan ammatillisen harjoittamisen tukemiseen. Ammatillista pohjaa omaavan opettajan on puolestaan helpompi liittää kemian osaaminen osaksi ammatin käytänteitä, mutta sisältöjen todellinen ymmärtäminen jää opetuksessa helposti pintapuolisemmaksi. Pelkän aiheen opettamisen sijaan opettajan tulee huomioida opiskelijan ammatin kannalta olennaiset taidot sekä tiedot siitä, mitä opiskelija osaamisensa syntyyn tarvitsee.³⁶

Opetuksen ja oppimisen tukena toimivat erilaiset fyysiset tai sähköiset oppimisympäristöt ja opetusmateriaalit. Oppilaitoksen opiskelutilojen lisäksi opiskelija voi kartuttaa omaa kemian osaamista työpaikoilla ja oppilaitosten järjestämässä työpajoissa. Alalle soveltuvan oppikirjan lisäksi oppimateriaaleina käytössä ovat usein erilaiset verkossa tarjolla olevat materiaalit tai opettajan itse valikoima muu materiaali.^{19,42}

6.4 Kemian opetuksen tavoitteet ja sisällöt

Kemian osaamistavoitteet ja sisällöt osana eri alojen ammattitaitoa vaihtelevat. Esimerkiksi hitsaajalle olennainen tieto metallien rakenteesta ei kondiittorin tai lähihoitajan ammatissa ole yhtä tärkeässä roolissa. Ammatin kannalta olennaisten kemian sisältöjen huomioiminen opetuksessa näkyy esimerkiksi koulutuslaitos Sedun matemaattisluonnontieteellisen osaamisen toimintasuunnitelmassa 2018⁴², jossa muun muassa erilaisten kemian sidostyyppien ja reaktioiden käsittelyä on kohdistettu ammattialan tarpeiden mukaisesti. Fysiikan ja kemian opinnoissa kerrataan keskeisiä käsitteitä sekä pyritään soveltamaan opittuja asioita arki ja

työelämän ilmiöihin. Opiskelijan oletetaan osaavan huomioida kemialliset aineet ja niiden ominaisuudet työssään sekä kykenevän arvioimaan omaa kemian osaamistaan.

Toimintasuunnitelma⁴² tiivistää fysiikan ja kemian osaamisen sisällöt seuraavasti:

”Opiskelija tunnistaa ja osaa ottaa huomioon fysiikan lainalaisuuksia ja kemian ilmiöitä arjessa ja työtehtävissä. Opiskelija tietää arjen ja oman alansa kannalta keskeiset vaaralliset kemikaalit ja fysikaaliset ilmiöt, siten että osaa tehdä työtä turvallisesti vaarantamatta omaa, muiden ja ympäristön turvallisuutta”

Tarkempiin sisältöihin kuuluvat alakohtaisesti tavallisimmat alkuaineet sekä niiden kemialliset merkit ja ominaisuudet. Erilaiset yhdisteet, aineiden rakenteet ja sidostyypit, kemialliset reaktiot, pitoisuuden ja liukenemisen käsitteet sekä happamuus, emäksisyys ja pH käsitellään ammattialan tarpeiden mukaisesti. Osa oppimissisällöistä on hajautettu työpaikoilla tapahtuvaan oppimiseen kuten kemiallisten aineiden käsittely, turvallisuus ja jätteiden hävittäminen.⁴²

7. TUTKIMUS

Ammatillisen peruskoulutuksen tasolla tutkimustietoa kemian oppimisesta ja opettamisesta on muihin koulutusasteisiin ja vaihtoehtoiseen lukiokoulutukseen verraten saatavilla vain vähän.^{36,39,43} Tämä tutkimuksen tavoitteena on antaa yleiskuva ammatillisen koulutuksen kemian opetuksesta sekä ammatilliset tavoitteet huomioon ottaen opettajan työstä. Samalla selvitettiin, miten ammatilliseen osaamiseen tähtäävä kemian opetus etenee suunnittelusta toteutukseen ja opetuksen sekä opettajan oman työskentelyn arviointiin ja kehittämiseen. Tutkimus on toteutettu haastattelututkimuksena ammatillisessa peruskoulutuksessa kemiaa opettavia tai siitä kokemusta omaavia opettajia haastattelemalla.

7.1 Tutkimuskysymykset

Muihin koulutusasteisiin verrattuna vähemmän tunnetuksi kemian opetuksen alueeksi jäävä ammatillinen peruskoulutus herättää laajasti kysymyksiä niin oppimisen kuin opettamisen näkökulmasta. Kaikille ammattialoille yhteisiin opintoihin kuuluvan kemian opiskelu ei suinkaan ole yksiselitteinen tai selkeitä mielikuvia synnyttävä opintokokonaisuus ammatilliseen pätevyyteen tähtäävässä viitekehyksessä. Sen tarpeellisuus vaihtelee suuresti eri ammattialojen työnkuvassa, joten myös kemian oppimiselle ja osaamiselle määräytyvät hyvin erilaiset tavoitteet ja päämäärät.

Kaiken opetustyön taustalla vaikuttavat näkemykset oppijan oppimisesta ja sen ilmenemisestä. Se, miten ammatillinen viitekehys vaikuttaa kemian opetuksen pedagogisiin ratkaisuihin tai oppimisen määrittelyyn on yksi suurimmista kysymyksistä ammatillisen koulutuksen kemian opiskelun ominaispiirteitä selvittäessä. Kuinka pedagogiset mallit ja ideologiat ilmenevät kemian opetuksen ammatillisella kentällä ja millaisilla ratkaisuilla ammattiin tähtäävää oppijaa pyritään luotsaamaan oppimisessaan eteenpäin? Keskeiseksi kysymykseksi nousee myös se, miten kemian oppimisen erityispiirteet nivoutuvat osaksi opetusta ja miten kemian opetuksen tyypilliset työskentelytavat sulautuvat osaksi ammatillisen sektorin opiskelukäytänteitä.

Kuten muidenkin koulutusyksiköiden opetusta, myös ammatillista koulutusta koskettaa opetussuunnitelma⁴⁰ ja sen määrittämät tavoitteet niin oppijan osaamiselle kuin opetettaville aihekokonaisuuksille. Tässä tutkimuksessa pyrittiin kartoittamaan opetussuunnitelman

vaikutusta ammatilliseen opetukseen kokonaisuutena, mutta myös selvittämään millaisen perustan se luo opettajan työlle. Tutkimuksessa selvitettiin myös, kuinka paljon vapauksia, vaatimuksia ja rajoitteita opetussuunnitelma antaa opettajan käytännön työhön ja millaisiin pedagogisiin ratkaisuihin opettajaa opetussuunnitelman taholta ohjataan.

Mielenkiintoinen lähestymistapa ammatillisen peruskoulutuksen kemian opetuksen toteutukseen on opettajan oman työskentelyprosessin lähempi tarkastelu. Mitä opetuksen suunnittelussa sekä opetusmenetelmien ja -välineiden valinnassa tulisi huomioida ja millaisia oppimistapoja ja ympäristöjä opettaja työssään voi hyödyntää? Myös se, millaisia opetuksen haasteita ammatillinen koulutus opettajan työlle asettaa ja miten opettaja niihin toiminnallaan ja opetusratkaisuillaan pyrkii vastaamaan, on opetuksen tutkimuksen kannalta selvittämisen arvoinen kysymys.

Koska tutkimuskohteita ammatillisesta koulutuksesta löytyy paljon, tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset on pyritty rajaamaan ammatillisen peruskoulutuksen kemian opetusta yleisellä tasolla tarkasteleviksi. Näin ollen tutkimuskysymyksiksi valikoituivat:

1. Millaista ammatillisen koulutuksen kemian opetus on?
2. Miten kemian erityispiirteet ja pedagogiset mallit ilmenevät opetuksessa?
3. Miten opettaja rakentaa oman opetuksensa ammatillisessa viitekehyksessä?

7.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusaineiston pohjalta pyrittiin muodostamaan yleiskuva kemian opetuksesta ammatillisen peruskoulutuksen osana. Aiheesta ennakkoon saatavan tiedon vähyyden ja opettajien omia kokemuksia esiin nostavien tavoitteiden myötä luonnollinen valinta lähestymistavaksi tutkimusaiheeseen oli kvalitatiivinen tutkimus. Induktiivisesti etenevän tutkimuksen tavoitteena oli ymmärtää sekä kemian opetusta ilmiönä että selvittää opettajan työnkuvaa ammatillisella kentällä opettajien omien näkemysten kautta.

7.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastattelututkimuksena ammatillisten koulutusyksiköiden kemian opettajia haastatteleamalla. Vallitsevan epidemiatilanteen takia opetuksen havainnointia oppilaitoksissa ei haastattelujen aikana ollut mahdollista toteuttaa.

Haastattelun kysymykset jaettiin neljään ryhmään, joista ensimmäisessä pyrittiin muodostamaan yleiskuva kemian opettajan koulutuksesta ja taustasta. Toisessa osassa selvitettiin opettajan ajatusmaailman oppimiseen ja erilaisten opetusmenetelmien hyödyntämisen liittyen. Lisäksi tarkastelun kohteena oli opetussuunnitelman vaikutus opettajan käytännön työhön. Kolmannessa osassa kysymyksiä kautta pyrittiin saamaan tarkempaa kuvaa kemian opetuksen käytännön toteutuksesta ammatillisessa viitekehyksessä. Haastattelun viimeinen osa keskittyi tarkemmin opetuksen rakentamiseen vaihe vaiheelta sekä opettajan omien kehittämistarpeiden kartoittamiseen. Tutkimuksessa käytetty haastattelurunko löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 1.

7.4 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostui neljän kemian ammatillisessa peruskoulutuksessa opettavan opettajan haastatteluista. Haastattelut toteutettiin puhelinhaastatteluina syksyn 2020 aikana. Haastattelujen kestot vaihtelivat 45–60 min välillä.

7.5 Aineiston käsittely

Tutkimusaineisto käsiteltiin aineistopohjaista sisältöanalyysia^{44,45} käyttäen. Haastatteluista ja niiden aikana tehtyjen muistiinpanojen pohjalta pyrittiin nostamaan esiin aihealueittain olennaisimmat tiedot ja kokemukset opettajien itsensä kertomina.

Kerätty tutkimusaineisto analysoitiin kysymys kerrallaan ja tutkimukseen osallistuneiden opettajien vastaukset luokiteltiin osa-alueittain haastattelurungon pääkysymyksiä mukaillen. Koska tutkimukseen osallistuneiden opettajien määrä on pieni ja tavoitteena oli muodostaa yleiskuva ammatillisen koulutuksen opettajan näkemyksistä, aineiston käsittelyssä pyrittiin löytämään yhdenmukaisia sekä eriäviä näkemyksiä kunkin aihealueen sisältä.

Osa haastattelun kysymyksistä sisällytettiin muihin tutkimuksen osa-alueisiin varsinaisten tutkimuskysymysten selkeyttämiseksi tai jätettiin kokonaan lopullisten tulosten ulkopuolelle.

8. TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN

ANALYYSI

Tutkimusaineiston analysointi tehtiin aihealueittain haastattelurungon kysymyksiä mukaillen. Haastattelu jakautui näljään eri osa-alueeseen, joista ensimmäinen osa käsitteli haastateltavien taustaa ammatillisen koulutuksen opettajan ja kartoitti heidän lähtökohtiaan kemian opettamiseen. Haastattelun toisen osan kysymykset keskittyivät kartoittamaan opettajan omaa näkemystä ammatillisessa koulutuksessa oppimisesta ja opettamisesta sekä selvittämään opettajan motiiveja erilaisten työmuotojen valitsemisen taustalta. Kolmannessa osassa pyrittiin saamaan kattavampi käsitys siitä, millaista opettajan käytännön työ on ja millaisia opetusmenetelmiä ja ratkaisuja hän työssään hyödyntää. Haastattelun viimeisessä osassa selvitettiin tarkemmin opetuksen suunnittelun, opetusmateriaalien ja menetelmien sekä oppimisympäristöjen valintaprosessia ja opettajan tottumuksia arvioija ja kehittää omaa työskentelyään.

8.1 Taustatiedot

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa pyrittiin selvittämään millaisella taustalla ja koulutuksella ammatillisessa peruskoulutuksessa kemiaa opetetaan. Opettajia pyydettiin kertomaan koulutustaustastaan, sekä omasta työkokemuksestaan opettajana sekä yleisesti että ammatillisen koulutuksen puolella (katso Liite 1).

Sattumanvaraisesti haastatteluun valikoituneista ammatillisen koulutuslaitosten opettajista jokaisella oli akateeminen pohjakoulutus. Haastateltavien luonnontieteiden maistereiden pääaine vaihteli kemiasta biokemiaan ja matematiikkaan. Sivuaineopintoja opettajilla oli pääasiassa matematiikasta, fysiikasta ja tietotekniikasta. Osa haastateltavista opettajista toimi myös ammatillisten aineiden opettajina. Pedagogisia opintoja ei kaikilla tutkimukseen osallistuneilla opettajilla ollut suoritettuna.

Työkokemuksen määrä ammatillisessa opetuksessa vaihteli opettajien keskuudessa, vajaasta kahdesta vuodesta yli kymmeneen vuoteen. Haastatteluun osallistuneiden keskimääräinen kokemus opettajan työstä oli hieman alle 15 vuotta. Useimmilla tähän sisältyi muun muassa opetustyötä peruskoulun puolella. Ammatilliseen koulutukseen he olivat päätyneet opettajiksi

muun muassa oman opettajuuden kehittämistarpeen, sattuman ja koulutusyksikköön syntyneen kemian opettajan tarpeen kautta.

Ammatillisen koulutuksen opettaja voi pohjakoulutukseltaan olla joko yliopistokoulutuksen saanut luonnontieteiden maisteri tai ammatillisen pohjan omaava tekniikan alan korkeakoulutuksen saanut henkilö. Tutkimukseen osallistuneista opettajista yhdellä oli akateemisen koulutuksen lisäksi ammatillisen osaamisen taustaa, joten tutkimukseen saatiin mukaan myös vähän ammatillisen pohjakoulutuksen näkökulmaa. Varsinainen ammatillisen pohjakoulutuksen näkyminen opettajan työskentelyssä jäi kuitenkin vähäiseksi.

8.2 Kemia ammatillisen koulutuksen osana

Tässä tutkimuksen osassa pyrittiin selvittämään, millaista kemian opetus ammatillisessa koulutuksessa todella on ja millaiset tekijät opetusta raamittavat. Tavoitteena on luoda yleiskuva siitä, millainen asema kemian opettamisella on sekä selvittää miten opettajat kokevat nykyisen opetussuunnitelman vaikuttavan kemian opettamiseen. Samalla kartoitettiin ammatillisen koulutuksen opettajana toimimisen hyviä ja huonoja puolia yleisellä tasolla, (katso Liite 1).

8.2.1 Kemian opetus ammatillisessa koulutuksessa opettajien kuvailemana

Yleiskuvan luomiseksi haastatteluun osallistuneita opettajia pyydettiin kertomaan lyhyesti omasta työstään ja sen hyvistä ja huonoista puolista. Yleiskuva ammatillisessa koulutuksessa opettajana toimimisesta oli jokaisella opettajalla positiivinen. Opettajat arvostivat työn vaihtelevuutta ja mahdollisuutta seurata ammattiin valmentautuvan nuoren kehittymistä oman alansa ammattilaiseksi. Suurimpina haasteina opetustyössä nähtiin opiskelijoiden motivaation puute oppimiseen sekä heidän vakuuttamisensa kemian oppimisen tarpeellisuudesta omalla alallaan. Lisähaastetta oppimiseen oppijan opilliset haasteet sekä oppijan elämäntilanne, joka eri ikäryhmistä koostuvien opiskelijaryhmien keskuudessa vaihteli suuresti. Opillisiä haasteita, kuten lukemisen tai hahmottamisen vaikeuksia, pyrittiin ratkaisemaan muun muassa yhteistyössä erityisopettajien kanssa.

”Opiskelijoilla on hyvin erilaiset lähtökohdat ja elämäntilanne. Meilläkin opiskelijoiden ikähaitari on 16 ja 60 vuotta ja osaamisen taso vaihtelee paljon. Lisäksi tietty vaikuttaa kaikki kielelliset haasteet ja ihan oppimisvaikeudet.”

Keskusteluissa useampi opettaja nosti esiin aikataulun tuomat haasteet opetuksessa. Opetustunteja viikkotasolla koettiin olevan vähän ja koko kemian osuus koostui noin yhden osaamispisteen tai 16 tunnin lähiopetuksesta. Aikataulun tuomat haasteet näkyvät muun muassa kemian sisältöjen suppeana käsittelynä, jolloin opiskeltavaan aiheeseen ei välttämättä ehditä syventyä tarpeeksi.

Haastatteluun osallistuneita opettajia pyydettiin myös kuvailemaan, millainen asema kemian opiskelulla on ammatillisen koulutuksen opiskelijoiden keskuudessa ja miten opiskelijat yleisesti suhtautuvat tutkinnosta riippumattomaan pakolliseen opintokokonaisuuteen. Usein yhteiseksi oppimiskokonaisuudeksi fysiikan kanssa niputettu kemia koettiin joko yhdeksi aineeksi muiden yhteisten tutkintojen osana tai pakolliseksi suoritukseksi. Yleisvaikutelma kemian arvostuksesta on heikko ja jää helposti esimerkiksi kielten opintojen jalkoihin. Yhdeksi opetuksen suurimmaksi haasteeksi koettiin kemian yleissivistävyyden ja arkielämään liittyvän osaamisen hyödyn näkyväksi tekeminen opetuksessa ja asenteiden muuttamisessa kemian oppimista kohtaan.

Haastattelujen perusteella kemian osaamisen yhteydet ja merkityksellisyys eri ammattialojen ammattiaidon taustalla jäävät melko pintapuoliseksi. Kemian merkityksellisyyden näkyväksi tekeminen ja liittäminen entistä vahvemmin alan ammatillisen osaamisen tavoitteisiin ja ilmiöihin voisi auttaa opiskelijoita motivoitumaan kemian oppimiseen nykyistä paremmin. Näiden yhteyksien löytymiseksi tarvitaan lisää tietoa eri ammattien käytännön osaamisesta sekä niiden taustalla vaikuttavista kemian ilmiöistä. Ammattialakohtaisesti merkittävien kemian ilmiöiden liittäminen osaksi ammatillista osaamista vaatii opettajalta lisää monipuolisia keinoja havainnollistaa ja tukea oleellisten kemian sisältöjen ymmärrystä.

8.2.2 Opetussuunnitelman vaikutukset opetukseen

Opetussuunnitelman⁴⁰ ilmenemistä ja vaikutuksia ammatilliseen koulutukseen opettajat lähestyivät hieman eri näkökulmista. Opetussuunnitelmaa pidettiin hyvin avoimena ja

epämääräisenä. Sen katsottiin antavan opettajalle paljon – jopa liikaa – vapauksia opetuksen toteuttamiseen ja sisältöjen valikoimiseen. Osa opettajista näki avoimen opetussuunnitelman mahdollisuutena räätälöidä kemian osaamisen tarpeet alakohtaisesti vastaamaan ammatin kannalta hyödyllistä osaamista.

Kysyttäessä nykymuotoisen opetussuunnitelman vastaavuutta ammatillisen koulutuksen todellisiin tarpeisiin vastaus oli yksimielinen. Opetussuunnitelma ei anna selkeitä ohjeita opetuksen sisällöille, arvioinnille tai toteutukselle vaan opettajat kokivat oleellisten asioiden olevan opetussuunnitelmassa epäselviä. Etenkin oleellisten sisältöjen selkeyttämiseen opettajat kaipaivat opetussuunnitelmassa selkeitä määrittelyjä.

” Muuttaisin opsia konkreettisempaan suuntaan, silläkin riskillä että nykyisiä vapauksia menetettäisiin.”

Nykyisen opetussuunnitelman tarkentamisen ja opetuksen tavoitteiden selkeyttämisen tarpeet vaikuttavat opetuksen suunnitteluun, toteutukseen ja arviointiin. Opetussuunnitelmaa tarkentamalla ja yhdenmukaistamalla taattaisiin maan laajuisesti yhtenäinen linja siitä, millaista kemian osaamista ammattialoilla tarvitaan ja mikä on ammatin harjoittamisen kannalta olennaista kemian opetussisältöä. Näiden sisältöjen ja ydinosamisen selvittäminen on aikaa vaativa kehitysprosessi, joka todennäköisesti toisi ammattialakohtaista osaamista ja kemian ilmiöitä tiiviimmin yhteen. Yhdenmukainen linja tavoitteista ja opiskelijan osaamisesta auttaa myös opiskelijaa itseään hahmottamaan, millaista osaamista ja ymmärrystä häneltä odotetaan.

8.2.3 Näkemykset oppimisesta ja osaamisesta

Haastattelussa pyrittiin selvittämään opettajan näkemyksiä oppimisen tapahtumisesta sekä tarkastelemaan opetuksen takana vaikuttavaa opetusfilosofiaa. Haastateltavia pyydettiin muun muassa kuvailemaan, miten he ajattelevat oppimisen ilmenevän ja millaisilla työskentelytavoilla he oppijan oppimista pyrkivät tukemaan.

” Kun yhteisiä tunteja viikossa vähän ja ryhmää näkee ehkä tunnin kerran viikossa, oppilaita oppii tuntemaan huonosti ja oppilaan osaamista on vaikeampi hahmottaa ”

Useampi opettaja nosti esille vähäisen yhteisen työskentelyajan, jossa oppilaita ja heidän osaamistaan on haastavampi arvioida. Opetuksen lomassa tapahtuvalla kommunikoinnilla näyttää olevan suuri rooli oppijan oppimista arvioitaessa. Osa opettajista kertoi hyödyntävänsä suullisen ilmaisun mahdollisuutta kirjallisen tentin lisäksi myös oppituntien aikana oppijan oppiman tiedon tason arvioinnissa.

”Oppilaiden esittämien kysymysten avulla saa jotain käsitystä siitä millä tasolla se osaaminen on. Niistä voi saada käsityksen mitä oppilas on ymmärtänyt aiheesta.”

Erilaisten opetusryhmien muodostuminen vaikuttaa opettajan tapaan opettaa asioita. Haastatteluun osallistuneista opettajista suurin osa on sitä mieltä, ettei ammatillisella puolella opintojaan suorittavalla oppijalla ole kovin vahvat itsenäiseen työskentelyyn vaadittavat opiskelutaidot. Nämä opettajat kertovatkin hyödyntävänsä työssään lähtökohtaisesti enemmän luentopainotteista ja opettajajohtoista opetusta. Vähemmistö haasteltavista näkee itsenäisen työskentelyn onnistuvan opettavalta ryhmältä hyvin ja heidän kuvauksissaan opetuksen toteutustavoista ja käytänteistä on havaittavissa enemmän tutkivan oppimisen ja yhteistoiminnallisuuden malleja.

”Pyrin aktiivisesti miettimään että opetus olisi vaihtelevaa. Ilman aktiivista yrittämistä opettaisin melko varmasti vain opettajajohtoisesti. Esimerkiksi kemikaaliturvallisuus aloitetaan opettajan alustuksella, jonka jälkeen seuraa oppilaan tiedon hakua tarkasti ohjattuna...”

Luentopainotteinen opetus on usein vähän opettajan resursseja vaativaa opetusta, jossa oppijan ensisijainen tavoite on vastaanottaa tarjolla oleva tietoa.^{6,8} Syyt luento-opetuksen yleisyyteen voivat olla opettajan omien resurssien keskittämisessä olennaiseen osaamiseen tai opettajan näkemys oppijan oppimistaidoista. Monen opettajan haastattelussa esiin tuoma heikko

itsenäisen työskentelyn taito voi olla yksi syy suosia luentomuotoista ja valmiiksi jäsenneiltyjen oppisisältöjen käyttöä opetuksessa haastavampien opetusmuotojen sijaan. Toisaalta juuri yhteistoiminnallinen, ilmiöpohjainen tai tutkiva oppiminen sallisivat oppijalle mahdollisuuden kehittää itsenäisen työskentelyn ja ajattelun taitojaan opettajan ohjauksessa.¹⁰

8.3 Kemian opettaminen ammatillisessa koulutuksessa

Haastattelun kolmannessa osassa tarkasteltiin opettajan käytännön työtä ja siihen vaikuttavia tekijöitä tarkemmin. Opettajia pyydettiin ensin kuvailemaan millaisia taitoja ja ominaisuuksia ammatillinen viitekehys opettajalta vaatii. Tämän jälkeen huomio suunnattiin opetuksen käytäntöön ja siihen tarjolla oleviin resursseihin. Opettajia pyydettiin muun muassa määrittelemään sitä, voivatko he mielestään työssään toteuttaa käsitystään laadukkaasta opetuksesta ja millaiset tekijät vaikuttavat heidän opetuksensa toteuttamiseen. Lisäksi tässä tutkimuksen osassa keskityttiin opettajan työssään kohtaamiin ongelmakohtiin ja siihen, miten kemian erityispiirteet, kuten kokeellisuus ja tieteen abstrakti luonne näkyvät opetustyössä.

8.3.1 Opettajana ammatillisessa koulutuksessa

Kysyttäessä ammatillisessa koulutuksessa toimivan opettajan ominaisuuksia opettajan jäämäkkyys, kyky joustaa, sekä ymmärtää oppilaitaan nousi useammassakin haastattelussa esiin. Lisäksi suurta arvostusta opettajien keskuudessa sai taito selittää kemian sisällöt ja käsiteltävät asiat ymmärrettävästi. Opettajat korostivat myös opettajan oma ymmärrystä sisältöjen ydinasioista ja opetettavan alan erityispiirteiden tuntemista ja liittämistä osaksi opetusta.

”Kyllä siellä opiskelijaa vastassa on melkoinen terminologia avaruus, että käsiteiden tekeminen kaikille ymmärrettäväksi on haaste jo ilman kielellisiä tai oppimiseen liittyviä vaikeuksiakin”

Mielenkiintoinen näkökulma opettajan työhön oli erään opettajan näkemys siitä, miten oma opetustapa kaikkineen mukautuu ryhmän toimintaan ja osaamistasoon oman ammattitaidon kautta:

”Ryhmät on erilaisia. Helpompaa on mukauttaa omaa opetusta ja vaatimuksiaan ryhmän mukaan. Väkisin ei pysty ketään mukana vetämään. Ammattitaitoa on mielestäni myös se, että näkee missä kohtaa luovuttaa jonkun asian osaamisen suhteen.”

Opettajan pedagogisilla taidolla ja aineen sisältöjen hallinnalla on selkeästi vaikutusta siihen, miten hän omaa työtään toteuttaa. Opettajan pedagoginen osaaminen ja vuorovaikutustaidot mahdollistavat suunnitelmien ja työskentelytapojen muokkaamisen tarvittaessa ryhmän osaamisen mukaisesti. Vahvan aineenhallinnan kautta opettaja kykenee määrittelemään opetusmateriaalista olennaiset sisällöt ja oppimistavoitteet. Pedagogisen osaamisen merkitys puolestaan korostuu oppimiselle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi tehtyjen opetusratkaisujen ja työskentelytapojen valinnassa, yhdistämisessä ja käytäntöön soveltamisessa.^{7,32}

8.3.2 Opetuksen työskentelytavat käytännössä

Pääasiassa jokainen tutkimukseen osallistunut opettaja toteuttaa työtään lähiopetuksena oppilaitoksen ennalta määräämässä normaalissa luokkatilassa. Haastateltavista puolet osallistuu myös verkko-opetuksena toteutettavien yhteisten tutkinnon osien opetukseen.

Keskustelujen pohjalta selkeästi yleisimmin käytössä oleva opetusmenetelmä on opettajajohtoinen ja luentopainotteinen opetus, jonka käyttöä opettajat perustelivat muun muassa ajan puutteella, sekä tilojen soveltumattomuudella kokeelliseen opetukseen.

Erilaisten työskentelytapojen käyttö opetuksessa jakoi opettajat selkeästi kahteen eri ryhmään. Osa opettajista kertoi tarkoituksellisesti vaihtelevansa opetustapojaan ja jaksottamaan oppitunteja vaihtelevilla työtavoilla. Näitä keinoja olivat esimerkiksi erilaiset ryhmätyöt, tiedonhaku ja opiskelijoiden itse aiheesta ideoimien toiminnallisten tehtävien toteuttaminen. Pääosin opettajajohtoista työskentelyä opetusmenetelmänään käyttävät opettajat kertoivat

välttävänä erilaisten ryhmätöiden teettämistä opiskelijoilla ajallisten haasteiden lisäksi motivaation puuttumisesta, osaamisen tasoeroista ja kurssin valmiiksi täydestä johtuen.

Vaikka kokeellisuus katsotaan nykyään liki kiinteäksi osaksi kemian opetuksen toteutusta, haastatteluissa se loistaa poissaolollaan. Kukaan tutkimukseen osallistuneista opettajista ei kertonut omassa työssään teettävänä opiskelijoilla kokeellisia töitä. Syy tähän on selkeä:

” Opetustilat on ihan tavallisia luokkatiloja, joissa ei ole vetokaappeja tai muita laboratoriovälineitä. Parhaimmillaan opetustila vaihtelee joka tunnin välissä. Tilasta toiseen siirtymiseen voi mennä useita minutteja, eikä välineistöä voi kuljettaa mukana.”

Kokeellisten töiden puuttumista perustellaan myös opetettavan aihealueen laajuudella ja sillä, ettei aika riitä nykyisten sisältöjen käsittelyyn. Osasyynä kokeellisuuden puuttumiselle oli myös välineistön puute. Opettajista yksi kertoi käyttävänsä demonstraatioita opetuksessaan kompensoidakseen oppijoiden itsensä toteuttaman kokeellisuuden puutetta. Muita vaihtoehtoisia keinoja kokeellisuuden tuomiseksi osaksi opetusta ei haastatteluissa ilmennyt.

Kokeellisuuden puuttuminen opetuksesta ei tämän tutkimuksen mukaan vastaa Kemia tänään 2008¹⁹ ja Kemian opetuksen tila²¹ tutkimuksien tuloksia kokeellisuuden toteutumisesta muiden kuin perus- tai lukiokoulutusta tarjoavien koulutuslaitosten kohdalla, vaan kokeellisten töiden teettämisen jää selkeästi aiempia tutkimuksia vähäisemmäksi. Opetussuunnitelma⁴⁰ edellyttää ammattialaan liittyvien kemikaalien ja niiden ominaisuuksien huomioimista työelämässä sekä turvallista käsittelytaitoa. Jos kokeellisuus opetuksesta puuttuu, mistä alansa tuleva ammattilainen saa tarvittavat tiedot ja taidot erilaisen kemiakaalien turvalliseen käsittelyyn ja säilyttämiseen?

Suuri osa nykypäivän ammateista perustuu joko suoraan tai välillisesti kemian osaamiseen ja erilaisten kemikaalien käytön hallitsemiseen. Osa tästä osaamisesta saadaan hankittua työharjoittelun kautta tekemällä oppimista^{6,15} ja oppipoikamallia^{3,16} hyödyntäen. Alalle ominaisten kemikaalien käsittelyn ja tuntemisen jättäminen oppikirjan tai luentojen varaan rajoittaa myös koko oppijan ymmärrystä kemiasta ja sen luonteesta kokeellisena tieteenä. Oppipoikamallin hyödyntäminen oppilaitoksien kemian opetuksessa jää tutkimuksen perusteella vähäiseksi. Samalla menetetään mahdollisuus oppijan itse havaita kemian sisältöjen

yhteys alan työtehtävien suorittamisen taustalta ja luoda opittavalle tiedolle ja taidoille aitoja merkityksiä.

8.3.3 Ammatillisen opetuksen haasteet

Opetuksen haasteet koostuvat pääsääntöisesti kahdesta tekijästä, oppiaineen haasteellisuudesta sekä oppijaryhmän heterogeenisyydestä. Kemian aihepiirien sisällöt vaativat abstraktia ajattelua ja useimmille opiskelijoille ei näkyvien asioiden tarkastelu tuottaa hankaluuksia. Yksi tapa tuoda kemian sisältöjä lähemmäs oppijan ymmärrystä on hyödyntää konkretiaa opetuksessa.

Haasteet opiskelijaryhmissä liittyvät usein ryhmän tasoeroihin ja opillisiin haasteisiin. Ryhmässä voi olla esimerkiksi useampi luki- tai hahmotusvaikeuksien kanssa kamppaileva opiskelija.

*”Opetuksen suunnittelua helpottaa paljo se,
jos opiskelijan haasteet on jo etukäteen tiedossa.”*

Tällöin opettaja joutuu mukauttamaan opetustaan tai karsimaan haastavimmat sisällöt opetuksesta kokonaan pois. Käytännössä mukauttaminen nähdään haastavana. Useampi opettaja mainitsee opetuksen haasteisiin liittyvän myös opiskelijan henkilökohtaisen elämän haasteet.

Opetusmenetelmänä vahvasti luentopainotteinen opetus ja ennalta jäsennellyt materiaalit helpottavat oppijaa löytämään olennaiset asiat aiheesta, mutta eivät kehitä oppijan omaa ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä.^{6,8} Monipuolisesti eri työskentelymuotoja ja opetusmenetelmiä hyödyntämällä opettaja voi tukea oppijaa myös ajattelun kehittämisessä. Monet kemian opetusmenetelmät, kuten tutkiva oppiminen¹¹ ja yhteistoiminnallisuus, mukautuvat oppijan osaamistasoon.^{10,33} Oppijan ajattelua ja havainnointikykyä voidaan vahvistaa myös demonstraatio-opetuksen avulla²⁷, jossa opettaja voi sujuvasti vahvistaa sekä ilmiön ymmärtämistä että oppijan ajattelun siirtymistä kemian kolmitasolta toiselle.

Opetusmenetelmin muuttaminen oppijaa tukevammiksi vaatii opettajalta erilaisten opetusmenetelmien tuntemista sekä taitoa ohjata oppijaa tämän lähtötason taidot huomioiden.³³

8.4 Opetuksen toteutus vaihe vaiheelta

Tutkimuksen viimeisessä osassa pyrittiin selvittämään miten opettaja rakentaa oman opetuksensa suunnitteluvaiheesta aina käytännön toteutukseen. Miten opetusmateriaalit valitaan ja millaisia oppimisympäristöjä opettaja työssään hyödyntää? Tutkimuksessa oli myös tavoitteena selvittää mistä mahdolliset uudet ideat oppitunneille lopulta tulevat ja millaisia keinoja opettaja käyttää oman työnsä ja toimintansa arviointiin. Haastattelussa ei tehty rajausta siitä, onko suunnittelun kohteena kokonainen opintojakso vai yksittäinen tunti.

8.4.1 Opetuksen suunnittelu

Jokainen haastatteluun vastanneista opettajista kertoi hyödyntävänsä suunnittelutyössä jo valmiiksi saatavilla olevia opetuskokonaisuuksia aiheesta. Nämä kokonaisuudet olivat joko heidän itsensä tai esimerkiksi kollegan aiemmin kokoamia. Tällöin sisällön kannalta perusasiat koettiin olevan jo valmiina ja varsinainen suunnittelutyö tapahtuu vain tuntitasolla. Jos aiempaa materiaalia ei ollut käytettävissä, suunnitteluvaiheen kerrottiin sisältävän paljon tiedonhakua eri lähteistä. Esimerkiksi eri alojen fysiikan ja kemian oppikirjojen sisällöt ja internet toimivat suunnittelun pohjana. Tarjolla olevaan materiaaliin pyrittiin myös lisäämään jotain omaa sisältöä.

”Kun kaikki perusjutut on valmiiksi kasassa ei suunnitteluun mene paljon aikaa.

Tyhjästä ei tarvi suunnittelemaan lähteä.”

Tyypillisesti oppitunnin suunnitteluun käytetty aika vaihteli muutamasta minuutista pariin tuntiin. Käytettävään aikaan vaikutti erityisesti valmiin opetuskokonaisuuden olemassaolo koko opintojaksoon, itse opetettava aihe sekä opetusmenetelmä, jolla sisältöjen oppiminen

halutaan toteuttaa. Pääsääntöisesti luennoimalla ja opettajajohtoisella tavalla opettaminen lyhensi suunnittelu-aikaa.

Erilaisia opetusmenetelmiä vaihtelevasti käyttämällä ja uusia opetustapoja kokeilemalla suunnitteluun käytetty aika lisääntyi. Mitä vähemmän oppitunnin sisällöstä oli etukäteen valmiina, sitä enemmän aikaa suunnittelutyö vaati. Varsinkin uusien asioiden ja kokonaisuuksien tuomisessa osaksi opetusta suunnittelutyö nähtiin tärkeänä osana kokonaisuutta.

”Suunnittelun tarve vaihtelee paljon opetettavan asian ja tavan mukaan. Käyn aina etukäteen tunnin tehtävät läpi, että välttyisin suuremmilta ai niin, tässäkin on virhe – yllätyksiltä.”

Kemian oppiaineen erityispiirteet ja monipuolisten työskentelytapojen tarkoituksenmukainen hyödyntäminen oppimista tukevin elementteinä vaikuttavat jäävän valmiin materiaalin myötä opetuksen suunnittelussa vähemmälle huomiolle. Valmiit materiaalit voivat sisältää osia kemialle tyypillisistä ominaisuuksista kuten kemian tiedon kolmitasolla liikkumisesta ja opettaja voi omalla toiminnallaan nostaa valmiista materiaalista esiin kemialle ominaisia piirteitä tukeakseen opiskeltavan sisällön ymmärtämistä. Jotta opettaja voisi kemian erityispiirteitä ja työskentelymuotoja hyödyntää jo opetuksen suunnittelussa ja tuoda erilaisia työskentelytapoja tehokkaasti osaksi ammatillista kemian opetusta, tarvitaan lisää tutkimustietoa ammatillisen opetuksen käytännön toteutuksesta ja sen sisällöstä.

8.4.2 Opetusmateriaalien valinta

Seuraavaksi opettajia pyydettiin kuvailemaan opetusmateriaalien valintaprosessia ja niiden hyödyntämistä opetuksessa. Osa haastateltavien käyttämästä materiaalista tuli alalle tehtyjen oppikirjojen kautta. Eri koulutuslaitoksissa oppikirjoja oli käytössä vaihtelevasti ja niiden huonona puolena nähtiin yleisesti hankinnan haasteet. Opiskelijoilla ei nähty olevan kiinnostusta panostaa oppikirjan hankintaan eikä kirjoja ole saatavilla kaikille aloille, joten käytettävän materiaali tuli rakentaa muulla tavoin. Yksi tapa kompensoida oppikirjan puutetta oli sähköisen materiaalin hyödyntäminen opetuksessa.

Opetusmateriaalia eri opintojaksojen ja tuntien koostamiseen opettajat kokivat olevan tarjolla paljon. Hyvän opetusmateriaalin tunnusmerkiksi jokainen opettaja eritteli ammattialalle keskeisten ilmiöiden olevan vahvasti mukana kemian sisällöissä ja sen liittämisen alan käytännön töihin. Myös ajankohtaisten yhteiskunnallisten ilmiöiden ottaminen osaksi oppitunnilla käsiteltäviä aiheista ja materiaaleja sai kannatusta.

Opetusmateriaalin valinnassa ja sen tavoitteellisuudessa on selkeitä yhtymäkohtia linjakkaan opetuksen malliin^{6,33}. Kuten linjakkaan opetuksen mallissa, myös opettajien haastatteluissa, materiaalien valinnalla pyrittiin tukemaan oppimiselle asetettuja tavoitteita yhdessä muiden opetuksen eri elementtien kanssa. Hyvä oppimateriaali miellettiin alan kannalta olennaisia kemian sisältöjä selittäväksi kokonaisuudeksi, joka tavoitteli tuntikohtaisen tavoitteen, opetusmenetelmien ja oppitunnin rytmityksen kanssa samaa päämäärää.

8.4.3 Oppimisympäristön valinta

Opetus tapahtui pääsääntöisesti normaalissa luokkatilassa, jonka valintaan ja varusteluun opettajalla ei kokenut olevan juurikaan vaikutusvaltaa. Opettajat tuntuivat tyytyvän siihen, mitä koulu oppimisympäristöksi tarjosi, eikä kukaan nostanut erikseen esiin tarvetta muokata tai kehittää oppimisympäristöjen fyysisiä tekijöitä nykyisestä. Vaihtelevuutta ja mielekkyyttä opetukseen lisättiin opetusmenetelmiä ja työskentelytapoja muokkaamalla tai ei ollenkaan.

” Luokka on se mikä lukujärjestyksessä lukee. Usein se on ihan tavallinen opetustila pulpetteineen ja ikkunoineen.”

Osa opettajista hyödynsi työssään sähköisiä oppimisympäristöjä. Niissäkin varsinainen valinta käytettävästä työskentelyalustasta oli tehty joko yhteisesti opettajien kesken tai aiemmin päätetty. Kokemukset sähköisen oppimisympäristön toiminnasta opetuksessa eivät puhuneet toimivan oppimisympäristön puolesta. Ne koettiin kankeiksi ja työläiksi käyttää. Usein sähköisen alustan ei koettu palvelevan opiskelijan kemian oppimista. Haasteeksi koettiin myös koulun käytössä olevien resurssien riittämättömyys esimerkiksi oppimiskäyttöön tarjolla olevien tietokoneiden määrässä.

Nykyisessä työssään kukaan opettajista ei hyödyntänyt esimerkiksi koulun ympäristön tarjoamia mahdollisuuksia tai muita paikallisia oppimisympäristöjä. Varsinainen oppimisympäristö ei rajoitu pelkästään oppimiseen tarjolla olevaan fyysiseen tilaan. NykYTEknologian avulla oppimisympäristöjä voidaan laajentaa helposti luokkatilan ulkopuolelle. Huomioimalla paikalliset oppimisympäristöt, opetuksen tekniset laitteet ja oppimisympäristöjen sosiaalinen luonne voidaan oppimisympäristöistä kehittää oppimista tehokkaammin tukevia kokonaisuuksia. Oppimisympäristöjen mahdollisuuksien hahmottaminen ja tehokas hyödyntäminen on yksi tapa kompensoida rajallisten resurssien opetukseen tuomia haasteita. Lisätieto ja opettajan osaamisen lisääminen erilaisten oppimisympäristöjen hyödyntämisestä ammatillisessa opetuksessa parantaisi varmasti niin koulutuksen laatua, kemian oppimista kuin oppimisen mielekkyyttä. Samalla eri oppimisympäristöjen hyödyntäminen opetuksessa voisi toimia konkreettisenä linkkinä kemian sisältöjen ja ammatin kannalta oleellisen kemian osaamisen välillä.

8.4.4 Opetuksen toteutus

Opetuksen käytäntöä opettajan kuvailivat lähinnä rutiininomaiseksi tapahtumaksi. Suuria muutoksia opetustilanteisiin tai niiden etenemiseen käytännön toteutuksessa tullut, vaan ennakkoon suunniteltu kokonaisuus säilytti muotonsa myös käytännössä. Opiskelijaryhmän vaikutus opetuksen käytännön toteutukseen jakoi kuitenkin mielipiteistä. Osa opettajista ilmaisi opetuksen tapahtuvan ennalta suunniteltua kaavaa mukailien ryhmästä riippumatta ja osa ilmaisi mukauttavansa aiheen käsittelyä opiskelijoiden reaktioita havainnoiden. Suuria muutoksia ennalta tehtyihin suunnitelmiin koettiin tapahtuvan vain harvoin.

Suunnitelmien muuttumiseen ja käytäntöön soveltamiseen vaikutti opiskelijaryhmän lisäksi materiaalin ja menetelmän tutuus opettajalle sekä näiden aiempi soveltaminen opetustilanteisiin. Mitä uudempi ja opettajalle vieraampi materiaali oli, sen enemmän muutoksiin jouduttiin varautumaan. Uusien materiaalien kokeilemiselle suunnitelmien muuttuminen käytännön opetustilanteissa ei nähty esteenä. Enemmistö haastatteluun osallistuneista opettajista ilmoitti mielellään lisäävänsä tai ainakin harkitsevansa uusien opetusmateriaalien ja työskentelytapojen käyttöä opetuksessaan. Uusien opetusmenetelmien kautta opettajat kokivat saavansa lisää haastetta ja vaihtelevuutta työhönsä. Uuden

opetusmateriaalin tai menetelmän käytäntöön soveltamisen haaste on selvästi ajankäytön puolella.

”Mielellään kokeilee kaikkea uutta jos opetustuntien määrä ei olisi näin valtava...”

”Onhan se priorisointia, että mihin työpäivänsä haluaa käyttää. Kun perusasiat on tehty, niin loppuajan voi käyttää siihen mikä itsestään tuntuu mielekkäältä.”

Ammatillisen koulutuksen opettajilla on suhteellisen vapaat mahdollisuudet esimerkiksi opetussuunnitelman kannalta toteuttaa omia näkemyksiään opetuksessaan. Oppitunti rakentuu opettajan omien painotusten ja ennalta valikoitujen materiaalien sekä ryhmän toiminnan tuntemisen myötä uniikiksi oppimistilanteeksi. Osaltaan opetuksen toteutukseen vaikuttaa opettajan oma halukkuus sisällyttää opetukseen erilaisia työskentelytapoja sekä käsitys toimivista työskentelytavoista kunkin ryhmän kohdalla.

8.4.5 Oman opetuksen arviointi ja kehittäminen

Linjakkaan opetuksen mallissa opetuksen suunnittelu on jatkumo, jossa edellinen oppitunti tai kokonaisuus luo pohjaa seuraavalle tunnille tai opintojaksolle. Tutkimuksen viimeisessä osassa tarkasteltiin sitä, kuinka paljon opettajat käyvät oppituntejaan läpi ja millaisin keinoin he itse vievät omaa osaamistaan ja opetustaan eteenpäin.

Tutkimuksessa selvisi, että palaute oppitunnista tai opetuskokonaisuudesta tulivat opettajalta itseltään. Toimintaa arvioitiin lähinnä oppitunnin jälkeisinä lyhyinä arviointeina tai kehityskohteen mukaan pitempinä pohdintoina. Pääsääntöisesti opetustilanteen ja käytettyjen menetelmien toimivuuden läpi käyntiin opettajat käyttivät vain muutamia minuutteja opetustilanteen jälkeen tai työmatkansa aikana. Osa opettajista hyödynsi myös opiskelijoilta saatua palautetta oman arvionsa tukena, mutta sen varsinainen painoarvo oli opettajan omaan arviointiin nähden vähäinen. Kuten eräs opettaja asian ilmaisi:

*”Ehkä se paras palaute tulee kuitenkin opettajalta itseltään
kun tietää oman opettamisensa realiteetit.”*

Haastattelun osallistuneista opettajista jokainen ilmoitti käsittelevänsä oppimistilanteita jälkikäteen. Opettajien tarpeet reflektoida omaa työskentelyään nousivat hyvin yksimielisesti oman opetusmateriaalin kehittämisessä ja päivittämisessä sekä opettajan omassa halussa kehittyä opettajana. Oman kehittymisensä kohteiksi opettajat mainitsivat niin sisällöllisiä kuin didaktisia tavoitteita. Näitä olivat muun muassa kemian sisältöjen vahva hallitseminen, oppijan oppimisprosessin tukeminen sekä erilaisten opetusmenetelmien myötä syntyvän vaihtelevan opetuksen saavuttaminen.

*”Kotimatalla bussissa tulee joskus mietittyä mitä tuli tehtyä ja mitä ehkä voisi tehdä toisin.
Kun on ainoana kemian opettajana koko koulussa niin varsinaista vertaistukea ei juuri ole.
Jonkin verran tukea saa lukion opettajilta”*

Uusien ideoiden kehittämiseen ja oman ammattitaitonsa edistämiseen käytetyt menetelmät vaihtelivat paljon. Useampi opettaja mainitsi saavansa tukea omaan työhönsä koulun muilta opettajilta, esimerkiksi matemaattisista aineista tai erityisopettajilta. Muutamalla haastateltavalla samoja aineita opettavien tukea ei juuri ollut käytettävissä ja se oli korvattava muilla keinoilla. Vaihtoehtoiset tavat löytää ratkaisuja opetustilanteiden keittämiseen ja uusien ideoiden löytämiseen olivat erilaisiin koulutuksiin osallistuminen, internetin tarjoamat materiaalit sekä Facebookin luonnontieteiden opettajille suunnatut vertaistukiryhmät.

Varsinaisia opetuksen arvioinnin menetelmiä haastattelujen pohjalta ei noussut esiin. Oman opetuksensa arvioinnissa opettajien ensisijainen tiedonlähde oli selkeästi oman toimintansa ja opetusmenetelmiensä kartoittamisessa. Opetuksen kehityksen tarpeet muodostuivat opettajan omien näkökulmien ja tulkintojen pohjalta. Näiden suhteuttaminen esimerkiksi valtakunnalliseen ja maailmanlaajuiseen mittakaavaan tai ulkopuolisen arvioijan havaintoihin nostaisi paremmin esiin niitä osa-alueita joihin opettaja ei itse kiinnitä huomiota. Monipuolinen opetuksen arviointi⁶ auttaa opettajaa kehittymään työssään sekä näkemään selkeämmin oman toimintansa ja käyttämiensä opetusmateriaalien, työskentelytapojen ja pedagogisten ratkaisujensa mahdollisuudet sekä kehittämisen kohteet.

9. YHTEENVETO

9.1 Johtopäätökset

Ammatillisessa peruskoulutuksessa kemian opiskelu kuuluu osaksi kaikille yhteisiä tutkinnon osa, joiden päätavoite on toimia lähinnä yleissivistävinä aineina. Usein kemia ja fysiikka on ammatillisessa opetuksessa yhdistetty yhdeksi opintokokonaisuudeksi, jonka opiskelija suorittaa opintojensa aikana. Tämän tutkimuksen valossa kemian opettajana toimii useimmiten akateemisesti kouluttautunut opettaja, jolla kemia on tutkinnossa pääaineen tai sivuaineen roolissa.

Opetusta raamittava opetussuunnitelma kehottaa valikoimaan opetukseen alakohtaisia ilmiöitä ja kemian tuntemusta. Opettajan näkökulmasta opetussuunnitelma antaa hyvin laajan kuvauksen siitä mitä alansa ammattilaiseksi tähtäävän opiskelijan tulisi kemian ilmiöistä osata ja hallita. Opetuksen sisällöllinen toteutus perustuu pitkälle alakohtaisiin oppikirjoihin ja opettajan omaan tulkintaan ammattialalla tarpeellisesta kemian osaamisesta. Opettajat kaipaavatkin opetussuunnitelman sisältöön lisää selkeyttä ja konkreettisia tavoitteita ammattialakohtaisesti. Vaikka opetuksessa korostetaan ammatillista näkökulmaa muun muassa räätälöimällä sisältöjä alakohtaisesti ja liittämällä kemian ilmiöitä mahdollisimman tehokkaasti ammattiin valmistuvan opiskelijan tulevaan työelämään, on kemian arvostus tutkinnon osana melko heikko.

Tutkimuksessa selvisi, että suurin osa ammatillisessa koulutuksessa tapahtuvaa kemian opetusta on opettajajohtoista toimintaa. Luentomuotoista opetusta eri opettajat suosivat selkeästi eniten. Siihen, millaisia oppijaa aktivoivia keinoja opettaja luentomuotoisen opetuksensa lomassa käyttää, ei haastatteluiden pohjalta saatu juurikaan selvitettyä. Opetuksen toteutustapa vaikuttaa olevan pitkälle riippuvainen opettajan omasta näkemyksestä opetuksen tehokkuudesta ja tavoitteista. Opettajan tiukasti rajaamat oppimistavoitteet ja aikataulut suuntaavat selkeästi opetusta enemmän luentomuotoisempaan suuntaan. Vaihtoehtoisten opetusmenetelmien, kuten erilaiseen ryhmätyöskentelyyn perustuvien opetusmenetelmien, käyttö sivuutettiin useimmin aikaa vievinä oppimistapoina. Vaihtoehtoista lähestymistapaa opetuksessaan käyttävät opettajat painottivat enemmän oppimisen mielekkyyttä sekä opetusmenetelmien vaihtelevaa käyttöä opetuksessa.

Ammatillisessa peruskoulutuksessa kemian opettamisen suurimmiksi haasteiksi opettajat nostivat käytössä olevat resurssit sekä opiskelijoiden oppimiseen liittyvät haasteet. Kemian erityispiirteet kuten abstrakti luonne ja kolmitasolla siirtymisen ongelma tulivat esiin lähinnä oppimishaasteita käsiteltäessä. Oppijan ymmärtämistä pyrittiin tukemaan mahdollisuuksien mukaan konkretian avulla sekä aihetta alakohtaisiin ilmiöihin ankkuroimalla. Opettajat nostivat esiin myös opillisten haasteiden määrän, joka osaltaan rajoitti haastavimpien sisältöjen läpikäymistä. Oppimisen haasteita opettajat pyrkivät kompensoimaan sisältöjä helpottamalla ja tarpeen mukaan karsimalla haastavimmat aiheet pois opetuksesta. Myös kemian sisältöjen mukauttamiseen kaivattiin selkeämpää linjausta.

Opetusmenetelmien monipuolista käyttöä tai kemian eri työskentelytapoja ei juurikaan hyödynnetty oppimishaasteiden ratkaisuisissa ja oppijan omien taitojen kehittämisessä. Opetusmenetelmät nähtiin lähinnä opetuksen mielekkyyttä lisäävinä tekijöinä, mutta niiden hyödyt kemian taitojen ja syvällisemmän ymmärtämisen mahdollistajana eivät siirtyneet käytännön tasolle. Varsinkin aikaa vievien opetusmenetelmien kuten tutkivan oppimisen, ongelmalähtöisyyden ja yhteistoiminnallisuuden tehokkuutta ja eriyttämisen mahdollisuuksia ei joko ymmärretty tai opetusmenetelmää hallittu riittävästi sen käytäntöön soveltamiseksi. Täydennyskoulutus eri opetustapojen hyödyntämisestä ja niiden tutuksi tekemisestä opettajille todennäköisesti madaltaisi kynnystä siirtyä opettajajohtoisesta opetuksesta käyttämään rohkeammin vaihtelevampia opetusmenetelmiä.

Kokeellisuus on nykypäivänä totuttu näkemään merkityksellisenä osana kemian opetusta ja oppimista, mutta ammatillisessa koulutuksessa sen osuus opetuksesta se puuttui lähes kokonaan. Osa opettajista pyrki käyttämään demonstraatioita opetuksen tukena, mutta suuri osa ilmoitti jättäneensä kokeellisuuden kokonaan pois opetuksesta. Syy kokeellisuuden puuttumiselle oli selkeä. Opetus tapahtui tavallisessa luokkatilassa, jossa turvalliseen työskentelyyn ei nähty edellytyksiä. Lisäksi välineistön puute rajoitti oppilastöiden tekemistä. Kukaan haastatteluun osallistuneista opettajista ei kuitenkaan nostanut esiin varsinaista tarvetta lisätä kokeellisuutta opetuksessa. He vaikuttivat tyytyvän siihen, ettei kokeelliselle työskentelylle ollut riittäviä edellytyksiä eivätkä selkeästi ilmaisseet tarvetta lisätä kokeellisuutta ammatillisessa kemian opetuksessa. Kokeellisuuden lisäämiseksi oppimisympäristöjen laajentaminen luokkatilan ulkopuolelle sekä vaihtoehtoisten työskentelytapojen etsiminen voisivat olla helppoja sekä vähän resursseja vaativia keinoja lisätä kokeellisuutta ammatillisessa kemian opetuksessa. Myös arkikemian ja tuttujen ruuanlaitossa käytettyjen aineiden tuominen osaksi kemian opetusta voisi avata uusia mahdollisuuksia

toteuttaa kokeellisuutta turvallisesti opetustilan rajoitteet huomioiden. Samalla vahvistetaan kemian kolmitasomallin mukaista ajattelua, kun konkreettisesti havaitut makromaailman ilmiöiden käsittelystä siirrytään tarkastelemaan myös muita tasoja.

Opettajien työn suunnittelussa, toteutuksessa ja käytänteissä linjakkaan opetuksen malli näkyy esimerkiksi opetuksen suunnittelussa oppimistavoitteiden laatimisessa ja opetusmateriaalin valinnassa. Oppimateriaaleista lopulliseen opetustilanteeseen päätyvät materiaalit, jotka pyrkivät tukemaan tavoitteiksi valikoitujen sisältöjen oppimista. Oppimisympäristöjen valinnassa linjakkaan opetuksen malli ei juuri toteudu, vaan opettajan työn pääpaino on selvästi sisällön valinnassa ja opetustilanteen rakentamisessa sisältöjen käsittelyyn soveltuvaksi. Samoihin teemoihin keskittyy myös opettajan oman työnsä kehittämistarpeiden analysointi. Syvällisempi opettajan oman toiminnan arviointi eri ammatillisen koulutuksen kemian opetuksen haasteista antaisi opettajille laajemmin mahdollisuuksia määrittää oppimisen ongelmakohtia ja ratkoa niitä omaa työtään kehittämällä.

9.2 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimukseen osallistuneet opettajat valikoitiin sattumanvaraisesti eri ammatillista koulutusta tarjoavista oppilaitoksista. Opettajat vastasivat haastattelun kysymyksiin edustaen omia näkemyksiään ja mielipiteitään. Tutkimusaineiston sisältöä analysoitaessa haastateltavat eroteltiin toisistaan juoksevin numeroin. Sillä tutkimuksen pääpaino oli opettajien vastausten sisällössä ja haastateltavien määrä suhteellisen pieni, pyrittiin haastatteluun osallistuneiden opettajien anonymiteetti turvaamaan jättämällä kaikki tunnistettavat tiedot pois tutkimuksen tuloksista ja käytetyistä lainauksista. Haastatteluja ja niiden pohjalta tehtyjen muistiinpanojen sisältöjä ei luovutettu muiden osapuolten tarkasteltavaksi ja tutkimusaineiston analysoinnin jälkeen kaikki materiaali hävitettiin asianmukaisesti.

Osaltaan pieni tutkimusaineisto ei anna kattavaa ja yksityiskohtaista kuvaa ammatillisesta kemian opetuksesta, mutta nostaa esiin pääpiirteitä opettajan käytännön työstä. Tutkimuksen luotettavuuden lisäämiseksi haastateltaville annettiin mahdollisuus vapaasti kertoa omista näkemyksistään niin ammatillisesta koulutuksesta kuin omasta työstään. Jotta tutkimuksen tuloksien pohjalta voitaisiin tehdä luotettavampia johtopäätöksiä, haastateltavien määrä tulisi olla suurempi ja sisältää eri koulutuslaitoksien opettajan näkemyksiä koko maan laajuisesti.

9.3 Jatkotutkimusaiheet

Kemian opetukseen ja oppimiseen liittyvää tutkimus ja kehitysaiheita on ammatillisen koulutuksen puolella tekemättä laajasti. Siinä missä peruskoulun tai lukion kemian opetusta tutkitaan paljon ja tarkasti, ammatillisen koulutuksen kemian tutkimus on vasta alussa. Kemiaa oppiaineena voidaan tutkia monista eri näkökulmista ja ammatillinen koulutus avaa aivan uuden tutkimuskentän kemian ilmiöiden opettamiselle ja tutkimiselle. Tämä tutkimuksen yksi tavoite on toimia pohjana ja innoittajana ammatillisen koulutuksen kemian opetuksen tutkimukselle ja rohkaista sekä tutkijoita että kemian opettajia rohkeasti kartoittamaan ja kehittämään kemian opetusta myös ammatillisella puolella. Lisää tutkimusta kaivataan laajemmassa mittakaavassa ammatillisen kemian opetuksen yleiskuvan kartoittamiseen sekä syvemmin kemian sisältöihin, opetustapoihin ja oppijan oppimiseen liittyviin ilmiöihin.

Tämän tutkimuksen perusteella etenkin kokeellisuuden käyttö kemian opetuksen osana yksi varteenotettava aihekokonaisuus, joka vaatii lisää tutkimusta ja kehittämistä. Selvitettävänä on muun muassa se kuinka paljon ja mitä kokeellisuuden muotoja opetuksessa todella käytetään. Jatkotutkimuksena olisi hyvä pyrkiä tarkemmin selvittämään tarkemmin kokeellisuuden puuttumiseen johtavia syitä sekä löytämään ratkaisuja siihen, miten kokeellisuutta voidaan liittää osaksi opetusta tehokkaasti ja oppilaitoksen resurssit huomioiden. Olennaista olisi myös selvittää, miten opettajaa voidaan konkreettisesti työssään tukea ja rohkaista kokeellisuuden lisäämiseen osaksi omaa opetustaan.

Toinen kehittämisen ja tutkimuksen kohde ammatillisessa kemian opetuksessa on oppimisympäristöt ja niiden tehokas hyödyntäminen opetuksessa. Toisin kuin useimmissa peruskouluissa tai lukioissa, käytössä ei välttämättä ole laboratoriotiloja tai yhtä kattavaa välineistöä töiden tekemiseen. Ammatillisen koulutuksen etuna on vahvat kytkökset työelämään ja koulun ulkopuolisiin oppimisympäristöihin. Puuttuvien resurssien kartoitus, oppimisympäristöjen hyödyntäminen ja kemian sisältöjen upottaminen työelämään entistä tehokkaammin ovat teemoja, joihin kemian opetuksen tutkimuksella on mahdollista löytää toimivia ratkaisuja. Samalla pystytään kehittämään kemian osaamista ja sisältöjen sopivuutta vastaamaan eri ammattialojen todellisiin työelämän tarpeisiin.

Haastattelujen pohjalta nousee myös tarve kehittää uusia ja toimivia oppimateriaaleja. Tällä hetkellä oppimateriaalien saatavuus riippuu ammattialasta. Kaikille aloille ei ole tarjolla oppikirjoja, jotka kokoaisivat alan keskeisimmät kemian ilmiöt ja alakohtaiset sisällöt selvästi

yhdeksi kokonaisuudeksi. Varsinaisen oppimateriaalien kasaaminen ja aloille keskeisten kemian ilmiöiden kartoitus jää opettajan oman harkinnan ja ammattitaidon varaan. Jotta opetusmenetelmiä voidaan monipuolistaa, on tarjolla olevia materiaaleja kehitettävä entisestään. Olennaisimpien kemian sisältöjen löytämiseksi työelämän tarpeiden selvittäminen kemian ammattilaisen näkökulmasta on ensimmäinen askel koko ammatillisen kemian opetuksen merkityksellisyyden lisäämisessä ja tutkimustyön eteenpäin viemisessä.

10. KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Ertmer, P. A. ja Newby, T. J., Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective, *Performance Improvement Quarterly*, **1993**, 6(4), 50-72.
2. Partanen, J., *Välähdyksiä yksilön ja yhteisön oppimisesta*, Tiimiakatemia julkaisuja, Jyväskylä, Partus, **2009**.
3. Tynjälä, P., Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja asiantuntijuuden edellytysten rakentaminen koulutuksessa, *Oppiminen ja asiantuntijuus. Työelämän ja koulutuksen näkökulmia*. Porvoo: WSOY, **1999**, 160-179.
4. Richardson, V., Constructivist pedagogy, *Teachers College Record*, **2003**, 105(9), 1623-1640.
5. Schuh, K. L., Learner-centered principles in teacher-centered practices? *Teaching and Teacher education*, **2004**, 20(8), 833-846.
6. Hyppönen, O. ja Lindén, S., *Opettajan käsikirja: Opintojaksojen rakenteet, opetusmenetelmät ja arviointi*, Tekninen korkeakoulu, *Opetuksen ja tuen julkaisuja 4/2009*, Espoo **2009**.
7. Schroeder, C. M.; Scott, T. P.; Tolson, H.; Huang, T. ja Lee, Y., A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the united states, *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **2007**, 44(10), 1436-1460.
8. Francisco, J. S.; Nicoll, G. ja Trautmann, M., Integrating multiple teaching methods into a general chemistry classroom, *Journal of Chemical Education*., **1998**, 75(2).
9. Sahlberg, P. ja Sharan, S., *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*, Helsinki, WSOY, **2002**, 371-375.
10. Felder, R. M. ja Brent, R., *Cooperative learning*. American Chemical Society, **2007**.

11. Minner, D. D.; Levy, A. J. ja Century, J., Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002, *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **2010**, 47(4), 474-496.
12. Heinilä, H. ja Kalli, P., *Tutkiva oppiminen ja pedagoginen asiantuntijuus*, Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampere, OKKA, **2009**.
13. Ilomäki, L., Laatus e-oppimateriaaleihin, *E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa*, Opetushallitus, **2012**.
14. Lonka, K.; Hietajärvi, L.; Hohti, R.; Nuorteva, M.; Rainio, A. P.; Sandström, N.; Vaara, L. ja Westling, S. K., *Ilmiölähtöisesti kohti innostavaa oppimista. Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia*, Opetus 2000, Jyväskylä, **2015**, ss. 49-76.
15. Satterthwait, D., Why are 'hands-on' science activities so effective for student learning? *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, **2010**, 56(2).
16. Stewart, K. K. ja Lagowski, J. J., Cognitive apprenticeship theory and graduate chemistry education, *Journal of Chemical Education*, **2003**, 80(12), 1362.
17. Taber, K. S., Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education, *Chemistry Education Research and Practice*, **2013**, 14(2), 156-168.
18. Sirhan, G., Learning difficulties in chemistry: An overview, *Journal of Turkish Science Education*, **2007**, 4(2)
19. Aksela, M. K. ja Karjalainen, V., *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet suomessa*, Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsinki, **2008**.
20. Laszlo, P., Towards teaching chemistry as a language, *Science & Education*, **2013**, 22(7), 1669-1706.
21. Hopea-Manner, A., *Kemian opetuksen tila vuonna 2018: Karttoitus kemian opettajien käsityksistä*, Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsinki, **2019**.

22. Csikós, J. ja Aksela, M., *Mielekästä kokeellisuutta kemian opetukseen, Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*, Opetushallitus, Helsinki, **2007**.
23. Rukajärvi-Saarela, M. ja Aksela, M., Tutkiva lähestymistapa kemian opettamisessa—tapaustutkimus luokanopettajien täydennys-koulutustarpeesta kemiassa, *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*, Opetushallitus, Helsinki, **2007**.
24. Pernaa, J.; Aksela, M. ja Lundell, J., Kemian opettajien käsityksiä molekyylihallinnuksen käytöstä opetuksessa, *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin-IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät*, Helsingin yliopisto, Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsinki **2009**, 195-204.
25. Justi, R. ja Gilbert, J., Models and modelling in chemical education. *Chemical education: Towards research-based practice*, Springer, **2002**, ss. 47-68.
26. Van Driel, J. H. ja Verloop, N., Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education, *International Journal of Science Education*, **2002**, 24(12), 1255-1272.
27. Lampiselkä, J., *Demonstraatiot lukion kemian opetuksessa*, väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, Jyväskylä **2003**.
28. Meyer, L. S.; Panee, D.; Schmidt, S. ja Nozawa, F., Using demonstrations to promote student comprehension in chemistry, *Journal of Chemical Education*, **2003**, 80(4).
29. Hofstein, A. ja Mamlok-Naaman, R., The laboratory in science education: The state of the art, *Chemistry education research and practice*, **2007**, 8(2), 105-107.
30. Hofstein, A., The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research, *Chemistry education research and practice*, **2004**, 5(3), 247-264.
31. Aksela, M., Kokeellisuus kemian oppimisen tukena—teoriaa ja käytäntöä, *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin*, Helsingin yliopisto, Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsinki **2009**, 17-22.

32. Atjonen, P. ja Uusikylä, K., *Didaktiikan perusteet*, 3. painos, Helsinki: WSOY, **2005**.
33. Löfström, E., *Laadukkaasti verkossa: Verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajille*, Helsingin yliopisto, Tutkimuksen ja opetuksen toimiala, Helsinki **2010**.
34. Copriady, J., Teachers competency in the teaching and learning of chemistry practical, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, **2014**, 5(8).
35. Hamilton, J. G. ja Klebba, J. M., Experiential learning: A course design process for critical thinking. *American Journal of Business Education*, **2011**, 4(12), 1-12.
36. Corrigan, D. ja Fensham, P., The roles of chemistry in vocational education. *Chemical Education: Towards research-based practice*, Springer, **2002**, ss. 125-141.
37. Ikävalko, V., *Mielekkään kemian non-formaalien oppimisympäristön kehittämistutkimus yhteistyössä työelämän kanssa*, väitöskirja, Helsingin yliopisto, kemian laitos, Helsinki **2017**.
38. Kärnä, P., Aksela, M, Vesterinen V., Kuinka esimerkilliset suomalaiset opettajat edistävät osaamista ja oppilaiden myönteisiä asenteita fysiikan ja kemian tunneilla, *Uudistuva ja uusiutuva ainedidaktiikka*, **2016**
39. Meriläinen, R.; Isacsson, A. ja Olson, S. J., *Secondary vocational education in Finland*, Workforce Education Forum (WEF), **2019**, ss. 43-51.
40. Opetushallitus, Tutkintojen perusteet, <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet> (7.6.2020).
41. Hobley, J., Vocational pedagogies: The science of teaching or the teaching of science? *Journal of Education and Training Studies*, **2015**, 3(2), 16-19.
42. Seinäjoen koulutuskuntayhtymä Sedu, *Toteutus suunnitelma Yhteiset tutkinnon osat, matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen 13.11.2018*, <https://www.sedu.fi/loader.aspx?id=1d692e97-a625-44f5-ab96-8a51f71aa1c8>, (6.12.2020).
43. Ketonen T., *Lähihoitajan keskeiset kemian opinnot ja niiden hyödyt hoitotyössä*, kandidaatin tutkielma, Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, Jyväskylä **2019**.
44. Hirsjärvi, S., Remes, P., Sarajärvi, P., *Tutki ja kirjoita*, 19. painos, Tammi, Porvoo **2014**.

45. Sarajärvi, A. ja Tuomi, J., *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*, uudistettu painos, Tammi, Porvoo **2017**.

LIIKTEET

Liite 1. Haastattelurunko

Haastattelurunko

Taustatiedot

- a) Kuka, mikä työtehtävä
- b) millainen koulutus, pääaine ja sivuaineet, muuta koulutusta?
- c) työkokemus opettajana ammatillisessa koulutuksessa/ yhteensä
- d) miten päätyi ammattikoulun kemian opettajaksi

Opettajana ammattikoulussa

2) Millaista kemian opettaminen ammattikoulussa on? (Yleiskuvaus käytännön työstä)

- a) Mitä hyvää
- b) Mitä huonoa

3) Millainen opetusfilosofia opettajalla on?

- a) Miten oppiminen tapahtuu ja miten oppiminen nähdään oppilaasta
- b) Muita oppimiseen ja opettamiseen liittyviä ideologioita?

4) Millaiset työskentelytavat opettaja on kokenut toimiviksi?

- a) Millaisia opetuksen keinoja ja työskentelytapoja opettaja yleensä käyttää ja miksi
- b) mitä eri tuntityöskentelyn muotoja käyttää eniten
- c) mitä käyttää harvoin /tai ei heti lähtisi soveltamaan opetukseen?

5) Miten OPS toimii ammatillisessa koulutuksessa?

- a) Millainen näkemys opettajalla on OPSista (selkeä, rajoittava, opetusta tukeva, avoin...?)
- b) Miten se vaikuttaa itse opetukseen ja sen toteutukseen tai työhön ylipäätään?
- c) Saako opettaja toteuttaa omaa näkemystään tarpeeksi?
- d) Vastaako OPS:n sisältö ammatillisen koulutuksen todellisia tarpeita
- e) Mitä asioita kehittäisit tai muuttaisit nykyisessä opetussuunnitelmassa?

Kemian opetus ammattikoulussa

6) Millainen asema kemian opinnoilla on ammatillisessa koulutuksessa?

7) Millaisia ominaisuuksia ammattikoulun kemian opettajalta vaaditaan?

- a) mitkä ominaisuudet opettaja kokee vahvuudeksi
- b) mitkä ovat niitä opettajan omia vahvuuksia?

8) Kuvaile ammattikoululaista oppilaana, millaisia oppijoita he ovat?

- a) Miten oppilaat suhtautuvat kemian opiskeluun
- b) onko motivaatiota, keskittykö olennaiseen, sujuuko työskentely
- c) Millainen tietotaso ja osaaminen yleisesti on

9) Millaisia haasteita opettaja kohtaa ammatillisessa kemian opetuksessa? (yleisesti)

- a) Miten ne ilmenevät?
- b) Kuinka hyvin oppimisen haasteet pystytään huomioimaan
- c) Miten näihin haasteisiin vastataan?
- d) Kuinka paljon kemian oppiaineen erityispiirteet (kokeellisuus, abstrakti luonne, monitahoisuus) vaikuttavat oppimishaasteiden esiintymiseen

10) Millaiset opetukseen käytössä olevat resurssit ja mahdollisuudet ovat?

- a) Kokeeko opettaja voivansa toteuttaa mielestään laadukasta opetusta? Miksi/miksi ei?
- b) Jos ei → Mikä rajoittaa, mihin resurssit riittävät ja mitä tulisi parantaa?

11) Mistä ammattikoulun kemian opettaja saa vertaistukea työhönsä?

- a) Muut opettajat? Jatkokoulutuksen kautta? Internet?

Opetuksen suunnittelu, toteutus ja reflektointi

12) Miten opetus suunnitellaan?

- a) miten valinta työskentelytavasta tehdään?

- b) miten suunnittelet oppitunnin kulun?
- c) kauanko aikaa suunnitteluun on yleensä käytössä?
- d) miten valmistaudut tuntiin?
- e) Miten opettaja luo yhteyden ammatillisesti merkittäviin kemian ilmiöihin ja taitoihin alakohteisesti? Vai luoko?

13) Miten opetusmateriaalit käytännössä valitaan?

- a) Miten valitaan

- b) Mitä materiaaleja useimmin hyödynnetään
- c) Käyttääkö valmista vai luoko myös itse uutta
- d) Millaista on hyvä opetusmateriaali

14) Millainen oppimisympäristö on?

- a) Miten valitaan
- b) Millaisia oppimisympäristöjä opettaja työssään hyödyntää
- c) Millainen on toimiva oppimisympäristö

15) Miten oppitunnit käytännössä sujuvat?

- a) Kuinka tarkasti suunnitelma pitää
- b) Millaiset tekijät vaikuttaa suunnitelman toteutumiseen tai muuttumiseen

16) Kokeiletko uusia juttuja (työtapoja, materiaaleja) oppitunneilla?

- a) tuleeko kokeiltua, miksi/miksi ei?
- b) mistä ideat tulee
- c) mistä aika uuden luomiseen tai testaamiseen saadaan?

17) Kuinka paljon arvioit omaa opetustasi/toimintaasi oppitunnin jälkeen?

- a) tuleeko tuntia käsiteltyä itsekseen jälkeen päin, kuinka paljon
- b) Miten itse määrittelee hyvin toimineen oppitunnin
- c) Mistä opettaja saa palautetta ja kehitysideoita oman osaamisensa parantamiseen
- d) Millä tavoin haluaisit kehittää omaa osaamistasi kemian opettajana?