

**Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät
ja niiden rakentumisen tukeminen
niveltvaiheessa alakoulusta yläkouluun**

Pro gradu -tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Kemian laitos
27.11.2023
Jatta Pekkarinen

Tiivistelmä

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin 7.-luokkalaisten kemian oppimisvalmiuksia. Tavoitteena oli selvittää, miten 7.-luokkalaiset saisivat kemian oppimiseen mahdollisimman hyvän alun. Kirjallisuudesta selvitettiin kemian oppimisvalmiuksien osatekijät tarkastelemalla yleisiä oppimisvalmiuksien osatekijöitä ja kemian oppiaineen erityispiirteitä. Kemian opiskelu omana oppiaineenaan alkaa Suomessa 7. luokalla, kun oppilas on nivelvaiheessa siirtyessään alakoulusta yläkouluun. Kemian oppimisvalmiuksiin huomioitiin myös 7.-luokkalaisuus.

Kokeellisessa osassa tehtiin kyselytutkimukset yläkoulun kemian aineenopettajille, alakoulun luokanopettajille sekä 8. luokan ja 6. luokan oppilaille, jolloin nivelvaihetta voitiin tarkastella neljästä eri näkökulmasta. Vastauksia saatiin yhteensä 52. Kyselytutkimusten pohjana olivat kirjallisuusosassa selvitetty kemian oppimisvalmiuksien osatekijät, ja niihin saatiin vahvistusta kyselyiden tuloksilla. Kvantitatiivisesti selvitettiin, millaiset oppilaiden kemian oppimisvalmiudet ovat. Kvalitatiivisesti vastausten sisällönanalyysillä selvitettiin kemian oppimisen aloituksen ongelmakohtia. Kun ongelmakohtat ovat selvillä, voidaan oppilaita tukea nivelvaiheessa, ja luoda parempia oppimisvalmiuksia kemian opiskeluun jo alakoulussa. Oppijan vahvat oppimisvalmiudet ovat osa sujuvan kemian opiskelun aloitusta 7. luokalla.

Tämän tutkielman tulosten mukaan kemian oppimisvalmiudet tarkoittavat yksilön valmiuksia oppia uusia tietoja ja taitoja kemian oppiaineessa. Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät ovat kielelliset valmiudet, ajattelun taidot, muisti, motivaatio kemian opiskeluun, metakognitio, terveys ja hyvinvointi, motoriset taidot, aistitoiminnot, hahmotus- ja havaitsemiskyky, riittävät itsesääätely- ja yhteistyötaidot, tarkkaavaisuus, oman toiminnan ohjaus, minäkuva, itsetunto ja identiteetti kemian oppijana.

Tulosten mukaan kemian oppimisvalmiudet 7.-luokkalaisilla ovat kohtalaiset, jopa hyvät. Kemian opiskelun alussa oppilaat hyötyvät erityisesti vahvoista opetuskielen taidoista, opiskelutaidoista sekä ajattelun, itsesäätelyn ja toiminnanohjauksen taidoista. Kemian oppimisvalmiuksien rakentumisen tukemiseksi myös kemian pohjatietoja kannattaisi tuoda enemmän esiin alakoulussa.

Esipuhe

Opettajaopintojeni tavoitteena on ollut ensisijaisesti saada luokanopettajan pätevyys. Koulutustaustaani hyödyntäen kuitenkin kemian aineenopettajaksi opiskelu oli luonnollinen suunta. Haluan työskennellä tulevaisuudessa mieluummin alakoulussa luokanopettajana kuin kemianopettajana yläkoulussa. Laboratorioalan ja kemian opintojeni vuoksi ajatukseni opettamisesta ovat hyvin luonnontiedepainotteiset. Minua kiinnostaa alakoulussa toteutettava tiedekasvatus ja kemian opetus. Koska yläkoulussa kemia ei ole kovinkaan monen suosikkiaine ja se koetaan usein vaikeana, haluan jo alakoulussa pohjustaa oppilaiden kiinnostusta kemiaan. Pelkkä kiinnostus ei kuitenkaan mielestäni riitä, vaan tarvitaan oppimisvalmiuksia, jotta oppimista voi tapahtua. Tutkielman aihe on hyvin henkilökohtainen, sillä tavoitteenani on työskennellä tulevaisuudessa luonnontieteitä painottavana luokanopettajana.

Tutkielma on toteutettu vuonna 2023. Toukokuussa työ aloitettiin kirjallisen osan kirjoittamisella. Kirjallisuutta haettiin Jyväskylän yliopiston kirjastosta ja Keski-Suomen Keski-kirjastosta sekä internetistä. Kokeellinen osa toteutettiin syyskuussa. Tulosten analysointi ja kirjoittaminen tehtiin syys-marraskuussa. Tutkielmani ohjaajana toimi yliopistonopettaja, FT, KM Jouni Välisaari. Tutkielman jokaiseen vaiheeseen sain asiantuntevaa ja kärsivällistä ohjausta. Siitä haluankin lausua erittäin suuret kiitokset Välisaarelle. Kiitokset kaikille tutkimukseeni osallistuneille oppilaille ja opettajille. Ilman teidän vastauksianne tutkimus ei olisi toteutunut. Viimeisenä haluan kiittää puolisoani ja lapsiani ymmärryksestä ja joustamisesta opiskellessani aika ajoin intensiivisestikin. Perheen tuki opettajaksi ryhtymisessä on ollut minulle kantava voima.

Kinnulassa 27.11.2023

Jatta Pekkarinen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	ii
Esipuhe	iii
1 Johdanto	1
2 Oppimisvalmiudet	2
2.1 Oppimiskäsitys	3
2.2 Oppimisvalmiuksien määritelmä	4
2.2.1 Kouluvalmius	6
2.3. Oppimisvalmiuksien osatekijät	8
2.3.1 Kognitiivinen kompetenssi	9
2.3.2 Fyysinen kompetenssi	11
2.3.3 Sosioemotionaalinen kompetenssi	12
2.3.4 Kieli osana oppimisen kehittymistä	14
2.3.5 Oppimaan oppiminen eli metakognitio	15
2.4 Oppimisvalmiuksien arviointi	17
3 Kemian oppiaineen erityispiirteet	19
3.1 Kokeellisuus	19
3.2 Kemiällisen tiedon kolme tasoa	21
3.3 Mallintaminen	23
3.4 Kieli kemian oppimisessa	24
3.4.1 Kemian sanasto	26
3.4.2 Kemian symbolinen kieli	27
3.4.3 Kemian lukutaito	27
3.4.4 Kemian kielen ja vieraiden kielten opetuksen yhtäläisyyksiä	30
3.4.5 Kielitietoinen kemian opetus	31
3.5 Oppimaan oppiminen kemian opiskelussa	33
4 Kemian opiskelun aloitus 7. luokalla	34
4.1 Alakoulun ympäristöoppi	34
4.2 Yläkoulun kemia	35
4.3 Alakoulusta oppimisvalmiuksia kemiaan	37
4.3.1 Valmiuksia kokeellisuuteen	38
4.3.2 Valmiuksia kemian kolmen tason ymmärtämiseen ja mallintamiseen	40
4.3.3 Valmiuksia kemian kielen oppimiseen	42
4.4 Nivelvaiheessa seitsemäsluokkalaisena	44
4.4.1 Siirtyminen alakoulusta yläkouluun	44
4.4.2 Aivojen muutokset	45

4.4.3 Muutokset motivaatiossa	46
4.4.4 Muutokset unessa ja ravitsemustottumuksissa	47
4.4.5 Kielelliset vaikeudet	48
4.5 Yhteenveto kemian oppimisvalmiuksista	50
5 Tutkimuskysymykset	51
6 Tutkimusmenetelmät	53
6.1 Kyselytutkimus.....	53
6.2 Tilastollinen analyysi.....	55
6.3 Laadullinen sisällönanalyysi	56
7 Tutkimusaineisto	57
7.1 Kyselytutkimus yläkoulun kemianopettajille	57
7.2 Kyselytutkimus alakoulun luokanopettajille	57
7.3 Kyselytutkimus 8. luokan oppilaille.....	58
7.4 Kyselytutkimus 6. luokan oppilaille.....	58
8 Tutkimustulokset ja analyysi	59
8.1 Kyselytutkimus yläkoulun kemianopettajille	59
8.1.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset	60
8.1.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset	63
8.1.3 Avoimet kysymykset.....	65
8.2 Kyselytutkimus alakoulun luokanopettajille	79
8.2.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset.....	80
8.2.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset	82
8.2.3 Avoimet kysymykset	84
8.3 Kyselytutkimus 8. luokan oppilaille.....	91
8.3.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset.....	92
8.3.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset	94
8.3.3 Avoimet kysymykset	98
8.4 Kyselytutkimus 6. luokan oppilaille.....	106
8.4.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset.....	107
8.4.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset	108
8.4.3 Avoimet kysymykset	111
8.5 Opettajien kyselytutkimusten tulosten vertailua: kemianopettajat ja luokanopettajat	115
8.6 Oppilaiden kyselytutkimusten tulosten vertailua: 6. ja 8. luokan oppilaat.....	117
8.7 Opettajien ja oppilaiden kyselytutkimusten tulosten vertailua.....	119
9 Yhteenveto	122
9.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin.....	122
9.2 Pohdinta.....	124

9.3 Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu	125
9.4 Jatkotutkimusaiheita.....	128
10 Kirjallisuus.....	129

Liitteet

1 Johdanto

Nykyaikaisessa tietoyhteiskunnassa tarvitaan luonnontieteiden ymmärrystä. Koulussa pyritään herättämään oppilaiden kiinnostus luonnontieteisiin, samoin kuin ympäröiviin yhteiskunnallisiin aiheisiin. Luonnontieteissä käytetyt tavat kerätä uutta tietoa havainnoimalla, kokeilemalla ja päätelmiä tekemällä antavat mahdollisuuden oppilaille kehittää kriittistä ajattelua ja elinikäistä oppimista (Söderberg, 2020). Kemia on oppiaineena erityinen, ja se vaatii oppijaltaan tiettyjä valmiuksia. Kemian opiskelu omana oppiaineenaan alkaa Suomessa peruskoulun 7. luokalla siirryttäessä alakoulusta yläkouluun. Alakoulussa kemia sisältyy ympäristöopin oppiaineeseen, jossa pohjatiedot ja taidot kemian opiskeluun rakentuvat. Koska yläkoulussa kemia on vain vähän suosittu oppiaine ja se koetaan usein vaikeana, täytyy alakoulussa herättää kiinnostus kemiaa kohtaan. Pelkkä kiinnostus ei kuitenkaan kemian oppimiseksi riitä, vaan tarvitaan oppimisvalmiuksia.

Tässä tutkimuksessa kartoitettiin valmiuksia, joita 7.-luokkalaisella tulisi olla kemian opiskelun aloittaessaan. Alakoulusta saadut suotuisat valmiudet kemian opiskelulle mahdollistavat sujuvan kemian opiskelun käynnistymisen yläkoulussa. Kirjallisuusosassa määriteltiin kemian oppimisvalmiuksien osatekijät ja määritelmä vahvistettiin kokeellisessa osassa kyselytutkimuksen tulosten avulla. Kysely tehtiin heti lukuvuoden alussa 8.-luokkalaisille, koska he ovat viimeisimpänä opiskelleet 7. luokan kemian sisällöt. Lisäksi kyselyt tehtiin 6.-luokkalaisille, yläkoulun kemianopettajille ja alakoulun luokanopettajille. Tutkimuksessa haluttiin saada nivelvaiheen eri puolilta näkemyksiä ja verrata niitä toisiinsa.

Tässä tutkimuksessa pohdittiin keinoja, miten alakoulussa voidaan pohjustaa kemian oppimista. Tavoitteena kyselytutkimuksessa oli kartoittaa kemian oppimisen ongelmakohtia 7.-luokkalaisilla, ja saada näin tietoa juuri niistä asioista, jotka vaativat erityistä painotusta opetuksessa. Erityisesti keskityttiin kielellisiin valmiuksiin, sillä oppilaiden lukutaidon on tutkimuksissa osoitettu heikenneen. Hypoteesina oli, että kemian oppimisen haasteet liittyvät käsitteiden ymmärtämiseen ja abstraktiin ajatteluun. Motivaatio kemian opiskeluun on useissa tutkimuksissa osoitettu olevan huono, eikä kemian oppimista koeta itselle merkitykselliseksi. Onkin tärkeää pohtia, miten kemiaoppiaineen aloitus 7. luokalla saataisiin mahdollisimman sujuvaksi, jotta saataisiin parhaat edellytykset oppimiselle myöhemmissäkin opinnoissa.

2 Oppimisvalmiudet

Koulun kasvatus- ja opetustehtävän tavoitteena on perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014, jatkossa POPS2014) mukaan tukea oppilaiden kasvua ihmisyyteen ja eettisesti vastuulliseen yhteiskunnan jäsenyyteen. Tavoitteena on yksilön hyvän elämän edellytysten luominen ja jokaisen mahdollisuus kasvaa ja oppia parhaalla mahdollisella tavalla (Ikonen, 2001, s. 12-14).

Euroopan komissio (2018) on määritellyt avaintaidot, joita kaikki kansalaiset tarvitsevat. Näillä tarkoitetaan sellaisia tietoja, taitoja ja asenteita, joita tarvitaan itsensä toteuttamista ja kehittämistä, työllistymistä, sosiaalista osallisuutta ja aktiivista kansalaisuutta varten.

Euroopan komission (2018) avaintaidot ovat

- luku- ja kirjoitustaito
- monikielisyys
- numeeriset, luonnontieteiden ja insinööritieteiden taidot
- digitaaliset ja teknologiset taidot
- sosiaaliset taidot ja oppimistaidot
- kansalaistaidot
- yrittäjäystaidot
- kulttuuritietoisuuteen ja -ilmaisuuksiin liittyvät taidot

Avaintaitoja edistetään tarjoamalla kaikille mahdollisuus laadukkaaseen koulutukseen ja elinikäiseen oppimiseen, tukemalla opetushenkilöstöä soveltamaan näiden taitojen oppimiseen perustuvia opetus- ja oppimismenetelmiä, kehittämällä erilaisia toteuttamis- ja harjoittelutapoja elinikäistä oppimista varten sekä kehittämällä avaintaitojen arviointi- ja validointimenetelmiä (Euroopan komissio, 2018). Nämä avaintaidot ovat edellytyksenä itsensä toteuttamiselle, terveille ja kestäväälle elämäntavalle, työllistymiselle, aktiiviselle kansalaisuudelle ja sosiaaliselle osallisuudelle.

2.1 Oppimiskäsitys

Oppimisella tarkoitetaan suhteellisen pysyvää muutosta oppijan tiedoissa, taidoissa ja valmiuksissa (Ikonen, 2001, s. 14; Woolfolk, 2021, s. 290). Tämä muutos tapahtuu ihmisen ja ympäristön vuorovaikutuksessa kokemalla. Oppiminen mahdollistaa muutoksen oppijan toiminnassa ja lisää mukautumiskykyä vaihteleviin tilanteisiin. Muutos voi olla tietoista tai tiedostamatonta, parempaan tai huonompaan suuntaan ((Mayer (2011) ja Schunk (2016) Woolfolkin (2021) s. 290 mukaan).

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) oppiminen kuvataan osana oppilaan yksilöllistä kasvua ihmisenä. Siinä korostetaan kognitiivista oppimiskäsitystä, jossa oppijalla on aktiivinen rooli tiedon vastaanottajana, uuden tiedon tuottajana ja käsittelijänä. Vanhemmat kognitiiviset näkemykset painottivat tiedon hankkimista, mutta uudemmat lähestymistavat erityisesti tiedon rakentamista (Woolfolk, 2021, s. 328). Konstruoiminen on tiedon rakentamista, ja se on oppimisprosessissa oppijan oma tehtävä (Eilola & Hosio, 2017, s. 10).

Kognitiivinen oppimiskäsitys korostaa aikaisemman ja olemassa olevan tiedon yhdistämistä uuteen tietoon (Eilola & Hosio, 2017, s. 10). Woolfolk (2021, s. 329) toteaa, että tieto ja tietäminen ovat oppimisen tuloksia. Hänen mukaansa aiemmin opittu on uuden oppimisen perusta, ja lisäksi se ohjaa uuden oppimista. Ohjaamisella hän tarkoittaa tässä sitä, että pohjatiedot määrittävät mihin kiinnitämme huomiota, mitä havaitsemme, opimme, muistamme ja unohdamme. Lisäksi hän toteaa, että yleensä pohjatiedot hyödyttävät uuden oppimista, mutta joskus ne myös haittaavat esimerkiksi virheellisten ennakkokäsitysten vuoksi. Tieto rakentuu siis vanhan päälle: Aikaisemmin hankittu tieto tai taito on edellytyksenä uusien, vaativimpien taitojen ja sisältöjen omaksumiselle (Inkinen, 2013, s. 12). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) todetaan, että oppilas saa ohjausta tiedon rakentumisessa, ja ymmärrystä pyritään syventämään. Tietojen ja taitojen oppiminen on siis kumuloituvaa. Tämä vaatii pitkäkestoista ja sinnikästä harjoittelua. Peruskoulun rakenne on spiraalimainen: Samat asiat kertautuvat eri vuosiluokilla, jotta aiemmin hankittu osaaminen voisi syventyä (Yrjölä, 2021, s. 10).

Opiskeltava asia tulee liittää oppilaan omaan kokemusmaailmaan (Yrjölä, 2021). Opiskeltavat sisällöt muistetaan, kun ne ovat itselle merkityksellisiä. Opittaessa henkilökohtaisen merkityksen on aktivoitava oppijassa (Degutyte-Kančauskienė, 2020). Kognitiivisessa konstruktivismissa oppiminen tarkoittaa yksilöllistä tiedon omaamista (Woolfolk, 2021, s. 412).

Ikosen (2001, s. 66-67) mukaan harjoitusten tulee olla mielekkäitä, kiinnostavia ja palkitsevia. Hän korostaa opetettavan asian, harjoituksen tai taidon siirrettävyyttä oppilaalle tärkeisiin elämäntilanteisiin. Lisäksi etenemisjärjestyksen tulee olla tutusta asiasta tuntemattomaan, helposta vaikeaan ja konkreettisesta abstraktiin.

Oppija on siis oppimisprosessissa aktiivinen tiedonkäsittelijä ja toimija: hän oppii tavoitteiden asettelua sekä ongelmien ratkaisua itsenäisesti, mutta myös yhteistyössä toisten kanssa (Opetushallitus, 2014). Sosiaalisessa konstruktivismissa oppiminen tarkoittaa tiedon rakentamista ryhmässä (Woolfolk, 2021, s. 412). Oppilaat, opettajat, muut aikuiset, yhteisöt ja erilaiset oppimisympäristöt ovat vuorovaikutuksessa oppijan kanssa (Opetushallitus, 2014). Tätä yhdessä oppimista toteutetaan tehden, ajatellen, suunnitellen ja tutkien sekä arvioiden näitä prosesseja monipuolisesti. Oppiminen on osa koko yhteisön hyvän elämän rakentamista.

Opetustilanteessa opettaja huolehtii siitä, että oppilaiden motivaatio opetettavaan asiaan herää ja myös säilyy (Ikonen, 2001, s. 66-67). Motivaatio ja oppiminen ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa. Oppiminen onnistuu, kun oppija on motivoitunut, näkee tekemisen itselleen arvokkaana ja uskoo pystyvänsä oppimaan (Degutyte-Kančauskienė, 2020). POPS2014:ssa korostetaan oppilaiden omia kiinnostuksen kohteita; niitä pyritään laajentamaan ja ne ohjaavat motivaatiota (Opetushallitus, 2014). Lisäksi oppimisen iloa ja myönteisiä tunnekokemuksia vaalitaan ja omaa oppimista, kokemuksia ja tunteita myös reflektoidaan. Oppilaalle annetaan rohkaisevaa ja kannustavaa palautetta, jolloin oppilaan minäkuva, pystyvyyden tunne ja itsetunto vahvistuvat (Opetushallitus, 2014). Palaute, oppimisen ohjaus ja tuki vaikuttavat etenkin asenteisiin, motivaatioon ja tahtoon toimia. Lämmin vuorovaikutussuhde opettajan ja oppilaan välillä edistää oppimista, parantaa koulumenestystä ja lisää oppimiseen sitoutumista (Ikonen, 2001, s. 66-67; Woolfolk, 2021, s. 35-36). Opettaja valitsee myös oppimateriaalit oppilaslähtöisesti (Ikonen, 2001, s. 66-67).

2.2 Oppimisvalmiuksien määritelmä

Oppimisvalmiudet (learning readiness) tarkoittavat yksilön valmiuksia oppia uusia tietoja ja taitoja (Inkinen, 2013, s. 13). Oppimisvalmiudet ovat edellytyksenä tehokkaalle opetus- ja oppimisprosessille (Amurdawati ym., 2020). Tähän oppimisprosessin onnistumiseen

vaikuttavat useat ulkoiset ja sisäiset tekijät. Oppimisvalmius on yksi opiskelijoiden menestyksen sisäisistä tekijöistä.

Amurdawati ja kollegat (2020) toteavat, että oppimisvalmius on välttämätöntä oppilaan uuden tiedon ja kokemusten rakentumiselle. Koulu valmistaa yksilöä haasteiden kohtaamiseen laajasti elämässä. Tarvitsemme erilaisia valmiuksia pärjätäksemme nykyajan haasteissa. Englanniksi sana *valmius (transferable skills)* tarkoittaa suoraan suomennettuna siirrettäviä taitoja (Savolainen, 2023, s. 17).

Dangol ja Shrestha (2019) esittävät, että oppimisvalmiuden ja opiskelijoiden koulutusmenestyksen välillä on merkittävä yhteys. He toteavat, että hyvän koulumenestyksen saavuttamiseksi täytyy luoda oppimisvalmiuksia, ja ilman oppimisvalmiuksia oppijan on vaikea oppia laadukkaasta opetuksesta huolimatta. Heidän mukaansa oppimisvalmiuksien puute johtaa paitsi huonoihin oppimistuloksiin, vähentää se myös luokkahuoneopetuksen tehokkuutta. Lisäksi he korostavat, että oppimisvalmiudet vaikuttavat oppijan itseluottamukseen ja motivaatioon.

Oppimisvalmius määritellään nativistisen teorian mukaan riippuvaiseksi biologisesta kypsytydestä (Berk (2006) ja Lerner (2002) Pangestutin ja kollegoiden (2022) mukaan). Tämä lähestymistapa antaa ymmärtää, että oppimisvalmius on lapsen kognitiivisen ja fyysisen kypsymisen tulosta (Pangestuti ym., 2022). Oppimisvalmius on kuitenkin tätä laajempi käsite. Se voidaan ajatella henkisenä tilana, jossa oppija voi oppia aiheen, kun hänellä on siihen tahtoa (Amurdawati ym., 2020). Dangol ja Shrestha (2019) avaavat tätä: oppimisvalmius on yksilöllinen oppijan tila, jossa hän on fyysisesti, psyykkisesti ja emotionaalisesti valmis oppimaan. Heidän mukaansa vasta kun yksilö on sisäisesti valmis tekemään oppimistekoja, voi oppimista tapahtua ja oppilas voi tuntea oppimisen iloa. Jos taas oppija ei ole sisäisesti valmis, oppimisteot menevät hukkaan ja oppimista ei tapahdu.

Oppimisvalmiudet vaihtelevat yksilöiden välillä. Koulussa opetusta annetaan yksilölliset valmiudet huomioiden kunkin oppilaan kehitystason mukaan (Ikonen, 2001). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) korostetaan lapsuuden itseisarvoista merkitystä sekä sitä, että oppilas on ainutlaatuinen ja arvokas uniikkina yksilönä. Koulussa tuetaan jokaisen oppilaan oikeutta kehittyä täyteen potentiaaliinsa ihmisenä ja yhteiskunnan jäsenenä, ja oppilasta kannustetaan ja tuetaan yksilöllisesti. Erilaisuutta ja yksilöllisyyttä huomioidaan järjestämällä joustavia

oppimiskäsitteitä eriyttämällä, yksilöllistämällä ja henkilökohtaistamalla opetusta (Ikonen, 2001, s. 12-14). Oppilasta kuullaan ja arvostetaan, ja hänen oppimisestaan ja hyvinvoinnistaan välitetään (Opetushallitus, 2014). Lisäksi oppilaan osallisuutta vahvistetaan ja tarjotaan mahdollisuuksia rakentaa yhteisönsä toimintaa ja hyvinvointia. Oppijoiden valmiudet vaikuttavat opettajiin, kun he määrittelevät oppimistavoitteita. Opettajat jättävät kuitenkin liian usein huomioimatta oppilaiden erilaiset oppimisvalmiustasot (Amurdawati ym., 2020).

2.2.1 Kouluvalmius

Oppimisvalmiudelle hyvin läheinen käsite on *kouluvalmius (school readiness)*, joka liittyy koulun aloitukseen vaadittaviin valmiuksiin (Amurdawati ym., 2020). Kouluvalmius viittaa tietoihin ja taitoihin, joita tarvitaan koulussa menestymiseen. Valmiuksien kehittäminen on aloitettava jo ennen esikoulua, ja niiden eteen on toimittava systemaattisesti ja pitkäjänteisesti (Eilola & Hosio, 2017, s. 11-14).

Kouluvalmius on määritelty yleensä yksilön taidoksi. Se on laaja-alaisen toiminnan ja toimintaedellytysten taso, joita vaaditaan kouluympäristössä toimimiseen (Linnilä, 2006, s. 62). Arnold ja kollegat (2007, s. 5) esittelevät kouluvalmiuden koostuvan viidestä pääkohdasta: Oppilaan fyysisestä hyvinvoinnista ja motorisesta kehityksestä, sosiaalisesta ja emotionaalista kehityksestä, oppimisasenteista, kielen kehityksestä sekä kognitiosta ja yleisestä tiedosta. Yksinkertaisesti sanottuna kouluun valmiilla lapsella on perustaidot ja -tiedot, joiden avulla he voivat menestyä koulussa (Amurdawati ym., 2020). Hilfertyn ja kollegoiden (2020) mukaan kouluvalmiuden muodostamat tiedot ja taidot ovat keskittyneet aiemmin kognitiivisiin ja verbaalisiin kykyihin, akateemisiin taitoihin: lukemaan ja kirjoittamaan oppimisen valmiuteen. Nykyään kouluvalmiuteen käsitetään myös ei-kognitiiviset taidot, kuten vuorovaikutustaidot ja ohjeiden noudattaminen.

Woolfolk (2021, s. 62) nostaa esiin huomioita lapsen kehityksessä: lapset kehittyvät eri tahtia, mutta kuitenkin suhteellisen samassa, loogisessa järjestyksessä. Hän korostaa kehityksen tapahtuvan asteittain, vähitellen ja vaativan aikaa. Hilferty ja kollegat (2020) korostavat varhaislapsuuden merkitystä lapsen kehitykselle: se on osoittautunut tutkimuksissa kriittiseksi. Heidän mukaansa lapsen kehittyvien aivojen yhteydet luodaan vuorovaikutuksessa ihmisten ja esineiden kanssa heidän sosiaalisessa ympäristössään. He toteavat, että hoitajan ja lapsen

välisellä lämpimällä vuorovaikutuksella vaikutetaan aivojen kehitykseen; rakkaus on henkisen ja emotionaalisen kehityksen perustana; stressi voi vahingoittaa kehittyviä aivoja, jopa ennen syntymää, erityisesti stressihormonin, kortisolin vuoksi. Yhteenvetona he toteavat, että kouluvalmius ei ole jotain, joka yhtäkkiä tapahtuu, vaan pikemminkin lapsen elämän tulos kouluun tuloon asti. He toteavat, että lapset oppivat koko ajan yksin ja yhdessä ollessaan vuorovaikutuksessa ympäristönsä, erityisesti perheensä, varhaiskasvatuksen, koulun ja yhteisön, kanssa. Tästä syystä oppimisvalmiuksista onkin kannettava vastuu yhteisesti: vanhempien, opettajien, hoitajien ja muiden, jotka ovat vaikuttamassa lasten ominaisuuksiin ja kykyihin vuorovaikutuksen kautta.

Dangol ja Shrestha (2019) esittelevät kouluvalmiuden koostuvan oppilaan valmiudesta, perheen ja yhteiskunnan valmiudesta sekä koulun valmiudesta. Kun nämä ovat suotuisat oppilaalle, haluaa hän luontaisesti oppia. He avaavat oppilaan valmiuden olevan oppijan yksilöllistä tilaa, jossa hän on fyysisesti, henkisesti ja emotionaalisesti valmis oppimaan. Perheen tehtävä on laittaa lapsi kouluun ja luoda kotiin oppimiselle suotuisa ympäristö (Amurdawati ym., 2020). Perheen kouluvalmiuteen vaikuttavat muun muassa vanhempien mielenterveys, asumisjärjestelyt, perheen varallisuus ja vanhempien koulutus (Public Health England, 2019). Pangestuti ja kollegat (2022, s. 102) toteavat yhteiskunnallisen kouluvalmiuden tarkoittavan muun muassa varhaiskasvatuksen saatavuutta ja laatua. Heidän mukaansa koulun valmius tarkoittaa suotuisien olosuhteiden luomista oppimiselle koulussa lapsen yksilölliset tarpeet huomioiden.

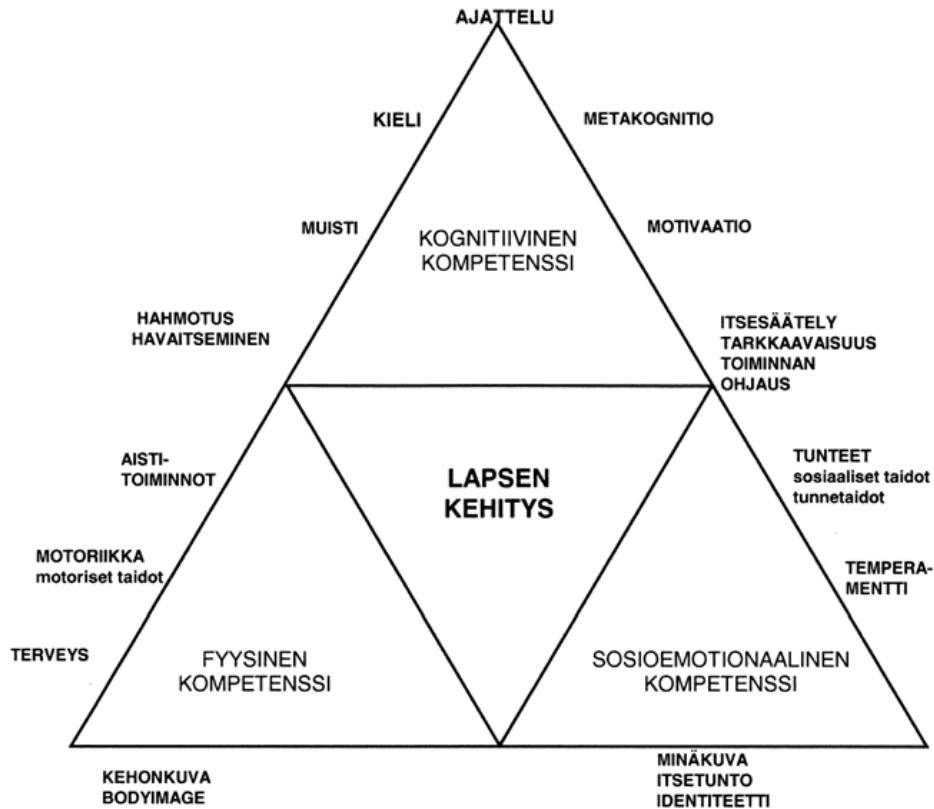
Linnilä (2006, s. 62) toteaa kouluvalmiuden liittyvän biologiseen kypsymiseen. Lisäksi hän nostaa esiin sosiokulttuurisen näkökulman, jossa korostuu ympäristötekijöiden ja vuorovaikutuksen vaikutus kouluvalmiuteen. Hän täsmentää tähän liittyvän lapsen kehityksen olevan tällöin oppimisen ja opetuksen tulosta. Nämä kaikki asiat huomioiden Linnilä toteaa, että kouluvalmius on kypsymisen, ympäristövaikutusten ja oppimisen yhteistulos, jota lapsen henkilökohtaiset ja yksilölliset ominaisuudet säätelevät.

2.3. Oppimisvalmiuksien osatekijät

Amurdawati ja kollegat (2020) esittävät, että oppimisvalmius on merkitykseltään laajempi kuin kouluvalmius kattaen kehittymisen ja oppimisen elämän eri vaiheissa, jolloin oppiminen nähdään jatkuvana ja monipuolisena. Heidän mukaansa oppimisvalmius käsitteessä yhdistyvät fyysinen hyvinvointi sekä motorinen, sosiaalinen, emotionaalinen, kielellinen ja kognitiivisen kehitys. Oppimisvalmiuksiin vaikuttavat yksilön kehittyminen geneettisen perimän ohjaamana, saadut vuorovaikutuskokemukset ja harjoittelu (Inkinen, 2013, s. 13).

Linnilä (2006, s. 62) korostaa oppimis- ja kouluvalmiuden olevan luonteeltaan dynaaminen ja jatkuvasti muuttuva. Hänen mukaansa oppimisvalmiuden muutosprosessissa voidaan erottaa kehittyvä valmius ja kehittynyt valmius. Linnilän mukaan valmiuden ollessa kehittymässä, tarvitaan vuorovaikutusta: lapsi suoriutuu tehtävistä aikuisen tuen avulla. Oppiessaan ja sisäistäessään lapsi pyrkii itseohjautuvuuteen, jolloin hän kykenee jatkossa itse ohjaamaan, suunnittelemaan ja tarkkailemaan toimintaansa. Linnilän mukaan lapsen selviytyessä tehtävistä itsenäisesti, katsotaan valmiuden olevan kehittynyt. Tämä johtaa lapsen etsimään ja harjoittamaan uusia kehittyviä valmiuksia. Oppimisvalmius on siis dynaaminen muutosprosessi kehittyvästä valmiudesta kehittyneeseen valmiuteen, jota lapsen yksilölliset ja yhteisölliset tekijät säätelevät.

Oppimisvalmiuksien osatekijät ovat kognitiivinen (luku 2.3.1), **sosioemotionaalinen** (luku 2.3.2) ja **fyysinen** (2.3.3) **kompetenssi** (kuva 1). Kompetenssi tarkoittaa kelpoisuutta, pätevyyttä, osaamista ja kykyä (Linnilä, 2006, s. 36). Useimmat oppimisvalmiuden määritelmät kattavat laajan valikoiman taitoja, jotka liittyvät kognitioon, sosiaalisiin taitoihin ja tunteiden säätelyyn (Wade, Prime & Jenkins, 2013). Tässä esitellään oppimisvalmiuksien osatekijät kuten Linnilä (2006, s. 36-37, 62) on ne väitöskirjassaan ryhmitellyt. Hänen ryhmittelynsä pohjautuu persoonallisuuden rakenteeseen, joka ihmistieteissä kuvataan rakentuvan kolmesta osasta: psykologinen osa (kognitiivinen), sosiaalipsykologinen osa (sosioemotionaalinen), sekä rakenteellinen ja fysiologinen osa (fyysinen). Linnilän mukaan oppimisvalmiuteen vaikuttavat muuttujat kaikilla näillä persoonallisuuden osa-alueilla sekä niiden yhteistoiminta. Kompetenssit eli kykytekijät eivät ole erillisiä, vaan ne ovat dynaamisessa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa jatkuvasti. Lisäksi hänen mukaansa oppimisvalmiuden kehittymiseen vaikuttaa vuorovaikutus ja sen laatu sosiokulttuurisessa ympäristössä.



Kuva 1. Oppimisvalmiuteen vaikuttavat tekijät (Linnilä, 2006, s. 37).

2.3.1 Kognitiivinen kompetenssi

Kognitiivinen kompetenssi sisältää useita erilaisia taitoja, jotka liittyvät ymmärtämiseen ja käsittämiseen: ajattelun taidot, kielelliset taidot, muisti, motivaatio ja metakognitio (kts kuva 1) (Eilola & Hosio, 2017, s. 11-14; Linnilä, 2006, s. 46).

Oppijalla täytyy olla kykyä **muistaa** opiskeltava asia. Muistamiseen liittyy tiedon hankintataidot ja muistiin tallentaminen, sekä sen uudelleen muistista hakeminen ja ilmaiseminen (Luahambowo ym., 2019, s. 28-29).

Ajattelun taitoja oppijat tarvitsevat oppimisen eri osa-alueilla, ja sitä voidaan opettaa, kehittää ja harjoitella (Hänninen, 2006, s. 7). Bloomin taksonomian Andersonin ja Krathwohlin 2001 uudistamassa versiossa esitetään oppimiseen liittyvälle ajattelulle kuusi porrasta (kuva 2), jotka kuvaavat ajattelun kasvavaa monimutkaisuutta ja siihen kohdistuvaa haastetta: muistaminen, ymmärtäminen, soveltaminen, analysointi, luominen ja arviointi (Krathwohl, 2002). Tässä

ajattelun alhaisimmat tasot sisältävät tiedon eli tosiasioiden tuntemisen ja muistamisen, tosiasioiden ymmärtämisen ja tosiasioiden soveltamisen. Korkeamman ajattelutason tasolla toiminnot ovat analysointi eli tosiasioiden hajottaminen osiin, synteesin muodostaminen eli uuden luominen tosiasioista ja lopuksi evaluaatio eli tiedon arviointi.



Kuva 2. Bloomin taksonomia (Laurilan (2022) muokkaamana alkuperäisen Vanderbilt University Center for Teaching kuvan pohjalta).

Riittävät kielelliset valmiudet ovat keskeisiä oppimisen ja ajattelun kehittymisen kannalta (Opetushallitus, 2014). Ikosen (2001, s. 46, 129) mukaan ajatteluun kuuluu sanojen ja käsitteiden käyttäminen, ja kognitiivinen kehitys liittyy läheisesti käsitteiden kehittymiseen. Hänen mukaansa kieli on erittäin suuressa roolissa kaikessa oppimisessa. Oppimisvalmiuteen vaikuttaakin keskeisesti kieli (Amurdawati ym., 2020). Kielen yhteyttä oppimiseen käsitellään luvussa 2.3.4.

Motivaatio herättää, ohjaa ja ylläpitää tavoitteellista käyttäytymistä. Motivoitunut oppija kokee opiskelun tärkeäksi, merkitykselliseksi ja kannattavaksi (Salta & Koulougliotis, 2021). Aron ja kollegoiden (2011) mukaan lapset ovat luonnostaan uteliaita, halukkaita oppimaan ja pyrkivät omatoimisuuteen: Motivaatio uuden oppimiseen on luonnollista. Lisäksi uusista taidoista iloitseminen ja onnistumisen kokemukset ylläpitävät oppimismotivaatiota. Heidän mukaansa toistuvat epäonnistumiset heikentävät motivaatiota ja uskoa itseensä. Motivaation puute johtaa herkästi negatiiviseen kierteeseen, jossa oppija perustelee itselleen opiskelun

kannattamattomuutta ja hankaluutta (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Oppija täytyy saada kiinnostumaan aiheesta. Yksi tärkeimmistä opettajan tehtävistä on edistää opiskelijoiden oppimismotivaatiota. Motivoituneet opiskelijat nauttivat oppimisesta, uskovat kykyynsä oppia ja ottavat vastuuta omasta opiskelustaan (Salta & Koulougliotis, 2021). Oppimisvalmiuden kannalta on keskeistä, mihin oppija on motivoitunut. Tähän tarvitaan **metakognitiivisia taitoja**, oppijan näkemystä itsestään oppijana (Linnilä, 2006, s. 38). Metakognitiota eli ajattelun ajattelua käsitellään luvussa 2.3.5.

2.3.2 Fyysinen kompetenssi

Fyysinen kompetenssi sisältää aistitoiminnot ja motoriset taidot, terveyden ja kehonkuvan (kts kuva 1). Hahmotus- ja havaitsemiskyky liittyvät sekä fyysiseen että kognitiiviseen kompetenssiin (Linnilä, 2006 s. 37).

Aistitoiminnoista oppimiselle ovat tärkeitä kuuleminen ja näkeminen: Oppimiseen tarvitaan auditiivisia taitoja sekä auditiivista hahmottamista, ja näköaistiin pohjautuen voidaan esimerkiksi tunnistaa ja erotella kuvioita tai esineitä, löytää yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia sekä hahmottaa sarjoja (Ikonen, 2001).

Motoriset taidot tarkoittavat muun muassa oman kehon hahmottamista, suuntaan, paikkaan ja aikaan orientoitumista, tasapainoa, koordinaatiota, karkeamotoriikkaa, silmän ja käden yhteistyötä ja hienomotoriikka (Linnilän, 2006). Sensorisia ja psykomotorisia oppimisvalmiuksia ovat muun muassa kyky kuulla ja erotella kuulemaansa, kyky erotella näkemäänsä, kyky suuntautua avaruudessa ja ajassa, kyky seurata yksinkertaista rytmiä, silmän ja käden yhteistyökyky, kyky artikuloida tarpeeksi selkeästi sekä kyky tehdä havaintoja.

Kehonkuva, bodyimage, eli oman kehon hahmottaminen toimii Linnilän (2006, s. 52) mukaan hahmottamisen lähtökohtana. Kehonkuva vaikuttaa myös identiteettiin. **Hahmottaminen** tarkoittaa hänen mukaansa kokonaisuuksien ymmärtämistä: miten palaset liittyvät toisiinsa. Usein hahmottaminen liitetään visuaalisiin tai avaruudellisiin hahmotettaviin asioihin.

Oppimisvalmiuksiin vaikuttaa oppijan **terveydentila**. Terveys koostuu fyysisestä, psyykkisestä, sosiaalisesta, emotionaalista ja hengellisestä terveydestä (Hämälä, 2021).

Terveysteen vaikuttavat perimä, elintavat, ympäristö ja palvelut (Palosuo, 2016, s. 40). Lasten terveyden ja hyvinvoinnin kulmakivet ovat Hämylän (2021) mukaan riittävä uni ja lepo, rauhalliset arjen touhuilut, ulkoilu ja liikunta sekä säännöllinen ja terveellinen syöminen. Lisäksi lapsen hyvinvointiin vaikuttavat hänen mukaansa turvallisuus, perhe ja ihmissuhteet, vanhempien työelämä, elintaso, varhaiskasvatus ja koulu, vapaa-aika, sosiaali- ja terveydenhuolto, terveystottumukset ja media. Hämylä toteaa, että koulun tehtävä on edistää oppijan terveyttä takaamalla turvallinen kouluympäristö ja -yhteisö yhteistyössä kodin ja muun ympäröivän yhteiskunnan kanssa. Kouluterveydenhuolto ja tukipalvelut ovat osa oppilaiden terveyden seuranta ja hoitoa. Konkreettisimpia terveyteen vaikuttavia toimia koulussa ovat terveellinen ja monipuolinen kouluruoka ja koululiikunta. Opetussuunnitelma sisältää myös terveystietoa, terveyskasvatusta, terveysopetusta ja terveystietoa.

2.3.3 Sosioemotionaalinen kompetenssi

Sosioemotionaalinen kompetenssi sisältää seuraavat osatekijät (kts kuva 1): itsesäätely, tarkkaavaisuus, toiminnan ohjaus, tunteet (sosiaaliset taidot ja tunnetaidot), temperamentti, minäkuva, itsetunto ja identiteetti (Linnilä, 2006 s. 37). Sosioemotionaalinen kyvykkyys tarkoittaa sekä sosiaalista että emotionaalista kyvykkyyttä: Sosiaaliset taidot oppijan sopeutumista ryhmään ja oppilaan rooliin opetustilanteessa, emotionaaliset taidot kykyä hallita impulsiivisia reaktioita sekä sinnikkyyttä tehtävien suorittamiseen (Eilola & Hosio, 2017, s. 11-14).

Itsesäätelytaidot liittyvät sekä kognitiiviseen että sosioemotionaaliseen kompetenssiin. Itsesäätely tarkoittaa kykyä muokata tunteiden ilmaisu ja käyttäytymistä tilannekohtaisesti ja ohjata itseään kohti tavoitteita välittämättä häiriötekijöistä (Vuorinen, 2017). Itsesäätelyyn vaikuttaa luontainen **temperamentti**: reaktiokyky, häiriöalttius, keskittymiskyky, ulospäinsuuntautuneisuus tai vetäytyväisyys, luotettavuus, harkitsevuus ja impulsiivisuus (Linnilän, 2006, s. 33-34; Ikonen, 2001).

Itsesäätelytaitojen kehittymiseen liittyvät **tunteet: tunnetaidot ja sosiaaliset taidot**. Tunteiden säätelytaidot ovat yhteydessä myös **tarkkaavaisuuteen**. Tarkkaavaisuuskyky on oppimisvalmiutta määriteltäessä keskeistä (Linnilän, 2006, s. 33-34). Siihen liittyvät häiriöt ovat yleisiä kouluvaikeuksien aiheuttajia.

Toiminnanohjaus liittyy läheisesti metakognitioon ja itsesäätelyyn. Se tarkoittaa niitä yksilön psyykkisiä prosesseja, jotka auttavat tilanteen vaatimusten mukaisessa ja päämääräsuuntautuneessa toiminnassa (Närhi & Virta, 2016). Toiminnanohjauksen kykyjä ovat muun muassa tilanteiden jäsentäminen, suunnitelmien tekeminen, suunnitelman mukaan toimiminen, toiminnan muuttaminen tarvittaessa, häiriötekijöiden vaikutuksen ehkäiseminen sekä työmuisti.

Minäkuva rakentuu Woolfolkin (2021, s. 132) mukaan jatkuvan itsearvioinnin kautta, ja siihen vaikuttavat ympärillä olevat ihmiset. Lapsilla on yleensä positiivinen ja optimistinen käsitys itsestään. Vertailua ikätovereihin ei pienillä lapsilla vielä ole, vaan he näkevät usein vain kehittymisen aiempaan osaamiseen verrattuna. Hänen mukaansa tämän luottamuksen voidaan ajatella suojelevan heitä pettymyksiltä ja ylläpitävän sinnikkyyttä. Lapsen kasvaessa vertailu muihin sekä viiteryhmiin lisääntyy ja se muokkaa minäkuva. Oppilas voi vertailla itseään sisäisesti, esimerkiksi oma suoritus matematiikassa verrattuna historiassa suoriutumiseen, tai ulkoisesti verraten omaa suoritustaan muiden oppilaiden matematiikan suorituksiin. Amurdawati ja kollegat (2020) korostavat luokkahuoneilmapiiriä: oppimisympäristö vaikuttaa oppimisvalmiuksiin useilla tavoilla, ja hyvällä oppimisen ilmapiirillä voidaan parantaa oppimisvalmiuksia. Positiivisilla vertais- ja aikuissuhteilla on keskeinen merkitys oppilaan kehityvälle minäkuvalle, joka siis rakentuu vuorovaikutuksessa (Linnilä, 2006, s. 39).

Linnilän (2006, s.40) mukaan **itsetunto** tarkoittaa henkilön päätelmää omasta arvostaan, merkityksestään ja pätevydestään, ja se kehittyy henkilön kokemusten ja niistä tehtävien tulkintojen kautta. Hänen mukaansa **identiteetti** sisältää minäkuvan ja itsetunnon, ja se on jatkuvasti muuttuva. Oppimisvalmiuksien yhteydessä identiteetillä tarkoitetaan oppilaan koululaisidentiteettiä: millainen hän on oppijana. Lisäksi hän korostaa, että identiteettiin liittyy pätevyden kokemus. Minäpystyvyydellä tarkoitetaan Jyväskylän yliopiston (2020) tietopankin mukaan oppilaan käsitystä omista kyvyistään suoriutua tehtävässä. Tällöin oppija arvioi suoriutumismahdollisuuttaan suhteessa tehtävän vaikeustasoon, tärkeyteen, työmäärään ja saatavilla olevaan apuun. Minäpystyvyyden kokemus vaihtelee tehtäväkohtaisesti, ja onnistumiset kohottavat sitä, toistuvat epäonnistumiset heikentävät (Bong & Skaalvik (2003) Jyväskylän yliopiston (2020) mukaan). Minäpystyvyys määrittää oppijan ”panoksen” tehtävään: ponnistelun, sinnikkyuden, toimintasuunnitelman ja suorituskyvyn (Turan & Kenan, 2018).

2.3.4 Kieli osana oppimisen kehittymistä

Oppimisvalmiudet vaihtelevat yksilöiden välillä. Vaihteluun vaikuttaa erityisesti kielen ja kommunikaation kehittyminen oppimisvaiheessa (Inkinen, 2013, s. 13). Kieli on olennainen osa oppimisen ja ajattelun kehittymistä (Opetushallitus, 2014). Ajatteluun ja kognitiiviseen kehitykseen liittyy sanojen ja käsitteiden käyttäminen (Ikonen, 2001, s. 32).

Oma äidinkieli on kielikasvatuksen lähtökohta (Yrjölä, 2021). Puhuttua kieltä pidetään kielen ensisijaisena muotona, ja kirjoitettu kieli on vasta toissijainen muoto (Ikonen, 2001). Kainulainen (2015) avaa kielen merkitystä: kielellä ajatellaan, opitaan käsitteitä, kuvataan ja käsitellään havaintoja, luetaan ja kirjoitetaan, haetaan ja käsitellään tietoa eri tavoilla. Lisäksi opiskeltaessa tarvitaan vuorovaikutus- ja ryhmätyötaitoja: itsensä ilmaisemista sanallisesti. Kielellä myös prosessoidaan omaa ajattelua tuottaessa tekstiä eri muodoissa. Hän toteaa, että multimodaalisten tekstien kanssa ollaan tekemisissä jatkuvasti. Kieli toimii myös apuna kehitettäessä osallisuutta, toimijuutta sekä aktiivista kansalaisuutta yhteisössä.

Perinteinen lukutaidon käsite on laajentunut. Nykyisin lukutaito nähdään koko elämän kehittyvänä avaintaitona (Euroopan komissio, 2018). Se mahdollistaa opiskelun, henkisen kasvun, työn ja aktiivisen kansalaisuuden (Hänninen, 2006). Lukutaidon kehittäminen ei ole vain äidinkielioppiaineen tehtävä, vaan monimediaisten tekstien tulkintaa ja ymmärtämistä harjoitellaan koulussa kaiken aikaa (Taalas ym., 2007, s. 76-77).

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisena tavoitteena on *monilukutaito* (*multiliteracy*). Monilukutaitoon sisältyy monia erilaisia lukutaitoja. Monilukutaidolla tarkoitetaan erilaisten ja eri muotoisten (esimerkiksi sanat, kuva, ääni, symbolit ja erilaiset yhdistelmät) tekstien ymmärtämistä, tulkitsemista, hankkimista, muokkaamista, esittämistä, tuottamista, arvottamista, arvioimista sekä perinteisesti että monimediaisissa teknologia-avusteisissa oppimisympäristöissä. Monilukutaidon osaaminen antaa kykyjä arvioida erilaisia tekstejä, tulkita tekstilajeja, analysoida kirjoittajan tarkoitusperiä ja tarkastella kriittisesti väitteiden luotettavuutta (Vartiainen, 2022).

Suomalaisoppilaat ovat hyviä lukijoita PISA- ja PIRLS-arviointien tuloksien mukaan (Kupari, Sulkunen, Vettenranta & Nissinen, 2012). Tulokset ovat kuitenkin olleet laskusuunnassa. Muut aktiviteetit ovat nousseet suosituksi lukuharrastuksen kustannuksella. Kodin malli

lukuharrastuksen aktivoitumisessa ja säilymisessä on tärkeä (Soininen & Merisuo-Storm, 2015). Nuorena opitut varhaiset kielelliset taidot ja lukeminen ennustavat myöhempää akateemista osaamista (Wade ym, 2013).

2.3.5 Oppimaan oppiminen eli metakognitio

Metakognitio tarkoittaa kirjaimellisesti kognitiota (ajattelua vaativia toimintoja) tai ajattelun ajattelua. Woolfolkin (2021, s. 368) mukaan metakognitio on korkeamman tason tietoa omasta ajattelusta sekä kykyä käyttää tätä tietoa omien kognitiivisten prosessien hallintaan. Hänen mukaansa oppimaan oppiminen tarkoittaa tietoja, taitoja ja uskomuksia omasta oppimisesta, itsestä ja oppimisen hallinnasta. Tietoa tarvitaan omista kyvyistä ja käsillä olevista tehtävistä. Taitoa tarvitaan tehtävistä selviytymiseen. Nämä osaamis- ja uskomustekijät vaikuttavat siihen, millä tavoin oppija kohtaa uusia asioita ja haasteita (Hänninen, 2006). Oppimaan oppimisen taidot ovat myös niitä kykyjä ja valmiuksia, miten oppilas soveltaa aiemmin saamaansa uusien haasteiden yhteydessä (Yrjölä, 2021, s. 10). Usko omaan pärjäämiseen vaikuttaa merkittävästi oppimiseen. Oppimaan oppimisen taidot ovat osa oppimisvalmiuksia ja toimivat pohjana tavoitteelliselle ja elinikäiselle oppimiselle (Opetushallitus, 2014).

Oppimistaidot (learning skills) ovat Luahambowon ja kollegoiden (2019) mukaan se systeemi, metodi ja tekniikka, jolla oppija hallitsee opittavaa materiaalia tehokkaasti ja ketterästi. He toteavat, että oppimistulokset ovat riippuvaisia oppimistaidoista, joita jokaisen opiskelijan tulee harjoitella. Näihin oppimistaitoihin kuuluu kognitiivisia eli tiedollisia valmiuksia, kuten luku- ja kirjoitustaito sekä ajattelutaidot. Sujuva lukutaito on erittäin tärkeä osa oppimistaitoja. Kirjoitustaidot vaativat kykyä organisoida ajatuksia systemaattisesti ja loogisesti. Opiskelussa tarvitaan monipuolista kirjoitustaitoa esimerkiksi tehtävien ja muistiinpanojen tekemiseen sekä tenttivastauksiin. Lisäksi he nostavat esiin muistin merkityksen, sillä oppimistaitoihin liittyvät muistamisen taidot: tiedon hankintataidot ja muistiin tallentaminen sekä tiedon uudelleen muistista hakeminen ja ilmaiseminen. Lisäksi oppija tarvitsee ajattelutaitoja, kriittisen ajattelun taitoja ja keskittymiskykyä. Savolainen (2023, s. 20) lisää riittävät digitaidot osaksi oleellisia oppimistaitoja. Luahambowo ja kollegat (2019, s. 28-29) huomioivat myös sosiaaliset oppimistaidot osaksi oppimistaitoja, eli vuorovaikutus- ja osallisuustaidot. Näitä taitoja ovat esimerkiksi ryhmätyöskentely- ja keskustelutaidot ja luennoille osallistuminen aktiivisesti kuunnellen. Lisäksi tarvitaan elämänhallintataitoja ja itsesäätelytaitoja (Savolainen, 2023,

s.20). Nämä tarkoittavat esimerkiksi ajanhallintataitoja, opiskelun suunnittelemista ja yleisiä arjenhallintataitoja (Luahambowo ym., 2019, s.28-29).

Woolfolkin (2021, s. 372) mukaan oppimisstrategioita on tuhansia. Kognitiivisia oppimisstrategioita, kuten yhteenvedon tekemistä ja pääasioiden tunnistamista opetetaan koulussa yleisesti. Osa opiskelustrategioista liittyvät spesifiin aiheeseen, esimerkiksi muistisäännöt planeettojen nimien oppimisessa. Oppija voi keksiä omia, uniikkeja oppimisstrategioita. Oppimisstrategiat voivat olla metakognitiivisia, jolloin oppija tarkkailee omaa ymmärtämistään. Oppimisstrategiat voivat olla myös käyttäytymisstrategioita, kuten opiskelurutiinit.

Oppimaan oppimisessa tarvittavia metakognitiivisia taitoja ovat Woolfolkin (2021, s. 369) mukaan suunnittelu, seuranta ja arviointi. Suunnitteluvaiheessa tehtävän ajankäyttö, toimintatavat ja etenemisjärjestys päätetään. Samalla ennakoidaan tarvittavia keinoja, etsitään tarvittavat resurssit ja sovelletaan strategioita tehokkaasti (Degutyte-Kančauskienė, 2020). Oppimisprosessia seurataan reaaliaikaisesti tarkkaillen sen sujuvuutta ja mahdollista avun tarvetta (Woolfolk, 2021, s. 369). Lisäksi arviointia suoritetaan jatkuvasti: omaa työskentelyä ja ajattelua sekä lopullista tuotosta itsearvioidaan. Oppimisprosessin aikana opitaan siis työskentely- ja ajattelutaitoja sekä ennakoimaan ja suunnittelemaan oppimisen eri vaiheita (Opetushallitus, 2014).

Kyky suunnitella ja hallita omaa oppimista on yksi onnistuneen oppimisen edellytys (Degutyte-Kančauskienė, 2020). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) korostetaan oppilaan ohjaamista tiedostamaan omat tapansa oppia, kehittämään oppimisstrategioitaan ja käyttämään tätä tietoa oppimisensa edistämiseen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että oppilaita ohjataan asettamaan tavoitteita työlleen, suunnittelemaan työtään ja arvioimaan edistymistään. Myös teknologiaa ja muita apuvälineitä käytetään hyödyksi opiskelussa. Näin oppimaan oppimisen taidot voivat kehittyä.

Kun oppilas tulee tietoiseksi oppimisprosessistaan ja ottaa siitä vastuuta, pystyy hän toimimaan yhä itseohjautuvammin (Opetushallitus, 2014). Itseohjautuvuuden vastakohta on ulkoa ohjautuvuus (Yrjölä, 2021). Ulkoa ohjautuva oppilas ei pysty tekemään tehtäviä ilman jatkuvaa tukea aloittamisessa ja etenemisessä. Itseohjautuvuus tarkoittaa kykyä toimia itsenäisesti ja aloitteellisesti, ja esimerkiksi taitoa kysyä apua sitä tarvittaessa. Itseohjautuvuuteen vaikuttavat

yksilön piirteet, kuten itsetunto ja luonteenpiirteet. Myös toiminnanohjauksen taidot vaikuttavat itseohjautuvuuteen (Turan & Kenan, 2018). Ympäristö vaikuttaa myös itseohjautuvuuteen, sillä yksilön toiminta on aina tilanne- ja kontekstisidonnaista (Yrjölä, 2021).

2.4 Oppimisvalmiuksien arviointi

Oppimisvalmiuksia voidaan arvioida erilaisilla menetelmillä: havainnoimalla, haastattelemalla ja testaamalla. Oppimisvalmiuksia tulee tarkastella monipuolisesti eri osa-alueilta (kognitiivinen, sosioemotionaalinen ja fyysinen valmius), ja selvittää mihin tarvitaan mahdollisesti tukea.

Oppimisvalmiuksia voidaan arvioida eri vaiheissa koulupolkua. Kontturin (2011) mukaan kouluvalmiuksia arvioidaan ennen koulun aloitusta, jos lapsen kognitiivisissa, sosiaalisissa tai tunnetaidoissa epäillään viivästymä. Hän toteaa, että virallisen kouluvalmiusarvion tekee psykologi tai neuropsykologi. Arviossa selvitetään päättelytaitoja (näkö- ja kuulohavaintoihin perustuvia), karkea- ja hienomotorisia taitoja, muistitoimintoja, tarkkaavaisuutta ja toiminnanohjausta, sekä motivaatiota ja asennetta opiskeluun.

Koulussa oppimisvalmiuksia voidaan myös testata ja kartoittaa. Testaamisen teettää yleensä erityisopettaja, tai hänen kanssaan yhteistyössä äidinkielen tai matematiikan opettaja (Jamk, 2023). Oppimisvalmiuksien ja -vaikeuksien kartoitukset auttavat tunnistamaan mahdollisia tuen tarpeita. Tuki ja ohjaus suunnitellaan opiskelijan kanssa yhdessä osana henkilökohtaista osaamisen kehittämisen suunnitelmaa (HOKS). Testien lisäksi opettajan havainnot opiskelutilanteissa oppilaan osaamisesta ovat tärkeitä. Huomiota kiinnitetään erityisesti oppilaan vahvuuksiin, eikä vain ongelmiin. Havaintojen ja testien lisäksi keskustelu on tärkeää. Tuen tarpeiden tunnistamisessa tehdään yhteistyötä oppilaan, huoltajan ja ohjaavien toimijoiden kanssa ja pohditaan eri toimijoiden roolia. Tavoitteena on yhdessä mahdollisimman hyvin tukea opiskelijaa opinnoissaan. Esimerkiksi ammatilliset oppilaitokset arvioivat oppivalmiuskokeella hakijoitaan harkinnanvaraisessa valinnassa (Savolainen, 2023). Koe kartoittaa eri oppiaineiden yleistä osaamista ja päättelykykyä, kuvallisen, matemaattisen ja sanallisen päättelyn sekä luetun ymmärtämisen osioilla.

Oppimisvalmiudet ovat laaja käsite. Tässä tutkimuksessa selvitetään kemian oppimisvalmiuksia, eli niitä oppimisvalmiuksia, jotka painottuvat erityisesti kemian oppimisessa oppilaan aloittaessa kemian opiskelun seitsemännellä luokalla. Seuraavaksi tarkastellaan kemian erityispiirteitä oppiaineena, jonka jälkeen pohditaan, mitkä oppimisvalmiuden osatekijät korostuvat kemian oppimisessa.

3 Kemian oppiaineen erityispiirteet

Kemia tieteenalana tutkii ja kehittää aineita ja materiaaleja, sekä pyrkii ymmärtämään ilmiöitä ympärillämme (Shirhan, 2006; Taber, 2013). Koulussa kemian opetus tukee luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittymistä (Opetushallitus, 2014). Kemian opetuksella on myös tehtävä kestävänsä tulevaisuuden rakentamisessa. Oppilaiden valmiudet tehdä ympäristötietoisia valintoja ja käyttää tietoa omassa elämässään laajenevat. Opetuksessa käsitellään kemian sovelluksia ja niiden merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa.

Pyrittäessä määrittelemään kemian oppimisvalmiuksia, täytyy tarkastella kemiaa oppiaineena ja sen erityispiirteitä: mitä oppijan tarvitsee osata erityisesti kemiaa opiskellessaan. Kemian opiskelussa erityistä verrattuna muihin kouluaineisiin ovat kokeellinen työskentely (luku 3.1), tiedon kolmitahoinen luonne ja abstraktius (luku 3.2), mallintaminen (luku 3.3) sekä kemialle erityinen tapa käyttää kieltä asioiden esittämiseen ja selittämiseen (luku 3.4).

3.1 Kokeellisuus

Kokeellinen työskentely tarkoittaa kouluympäristössä opiskelijoiden laitteiden ja materiaalien kanssa työskentelyä sekä toissijaisten tietolähteiden kanssa vuorovaikuttamista (Hofstein ym., 2013). Kemiassa tehdään havaintoja ja mittauksia, suunnitellaan ja toteutetaan kokeita (Arema, 2013). Tieteellinen tutkimus tarkoittaa tapoja, joilla tutkijat tutkivat luonnollista maailmaa ja ehdottavat selityksiä työstään saatujen todisteiden perusteella (Hofstein ym., 2013). Myös opiskelijat voivat tehdä tieteellistä tutkimusta, jolla kehittävät tietoaan ja ymmärrystään tieteellisistä ideoista ja tutkimuksen tekemisestä. Luonnontieteellinen ajattelu kehittyy havaintojen, kokemusten ja oivallusten kautta (Rukajärvi-Saarela & Aksela, 2009). Perinteiset oppilastyöt, demonstraatiot, tutkimus- ja projektityöt, opintokäynnit, audiovisuaaliset opetusmenetelmät ja oppilaan omakohtainen toiminta ovat kaikki luettavissa kemian kokeellisuuteen (Ketonen, 2020, s. 23-24). Tavoitteena on tarkkailla ja ymmärtää ympäröivää maailmaa. Kokeellisuudella on keskeinen rooli luonnontieteiden opetus suunnitelmissa keinona ymmärtää luontoa.

Kokeellinen työskentely antaa mahdollisuuden monipuoliseen oppimiseen ja kehittää kaikkia luonnontieteeseen liittyviä taitoja. Kokeellisuus kehittää (Aremo, 2013; Hofstein ym., 2013):

- (luonnon)tieteellistä ajattelua ja tieteen luonteen ymmärtämistä
- tiedon käsittelyä ja tieteellisiä käytännön taitoja
- tutkimusprosessin hallintaa, jossa luodaan uutta tietoa
- teorian ymmärtämistä
- opettujien käsitteiden ja lakien todentamista ja ymmärtämistä
- ilmiöiden todentamista
- havainnointitaitoja ja huolellisten muistiinpanojen tekoa
- ongelmanratkaisukykyä
- kiinnostusta, motivaatiota ja positiivista asennetta luonnontieteisiin

Oppilaan oma toiminta ja suorat, eri aistein syntyvät havainnot ja niiden kautta syntyvä tieto tutkittavasta ilmiöstä, ovat korvaamattomia oppikirjojen käsitteellisten tekstien ja kuvien rinnalla (Agge, 2009). Tutkimusten tekeminen edesauttaa käsitteiden sisäistämistä, luonnontieteellisen tiedon luonteen hahmottamista sekä kriittistä ja luovaa ajattelua (Opetushallitus, 2014).

Kokeelliset työt yleisesti innostavat oppilaita kemian opiskeluun (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Tutkimukset toteutetaan yleensä ryhmässä, jolloin yhteistyötaidot harjaantuvat käytännön työskentelytaitojen ja tutkimustaitojen ohella (Opetushallitus, 2014). Ryhmässä työskentely edistää myös käsitteiden käyttämistä (Ketonen, 2020). Kokeellisuus kehittää käden- ja laboratoriotaitoja eli kemikaalien ja työvälineiden oikeaa käsittelyä. (Aremo, 2013).

Opetuksessa korostuvat kysyminen ja kriittiseen ajatteluun johdattelu (Ketonen, 2020, s. 24). Kokeelliset työt, niistä tehtävät johtopäätökset sekä opettajan selitykset käsitteiden soveltamisesta kehittävät luonnontieteiden osaamista (Lehtinen & Nissinen, 2018). Kokeellisten töiden käsittelyyn on varattava riittävästi aikaa ja näissä keskusteluissa havainnoista voidaan siirtyä syvällisempään teorian ymmärtämiseen (Kotajoki, 2020). Lopuksi työ voidaan vielä toistaa, jolloin läpikäyty teoria kiinnittyy makrotason havaintoihin vielä paremmin.

Kokeellisuus voi luoda yhteyksiä oppijan arkeen. Kun kokeelliset työt liittyvät oppilaiden päivittäiseen elämään, asenteet kokeellista kemiaa kohtaan ovat positiivisemmat (Alkan &

Altundag, 2018). Lisäksi oppilaat toimivat tällöin itseohjautuvammin: Oppilaiden itsesäätytaidot, kuten tehtävään orientoituminen, omien tavoitteiden määrittelemine, vastuunottaminen ja minäpystyvyys kehittyvät.

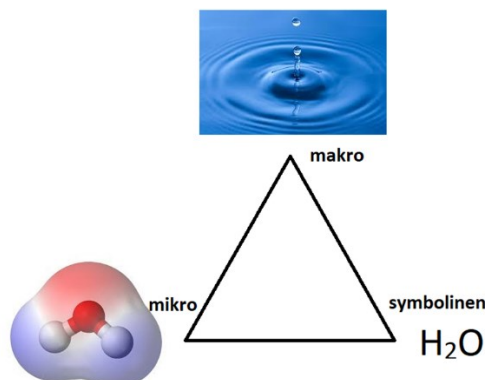
Kaikki opetus lähtee tavoitteista, niin myös kemian kokeellinen opetus. Kokeellisten töiden oppimistavoitteet voivat olla ilmiön havaitsemisessa, käytännön työskentelytavoissa, tai saatujen tulosten käsittelytaidoissa (Ketonen, 2020). Kokeellisuus toimii usein yhdistävänä tekijänä käsitteiden oppimisen ja makromaailman ilmiöiden välillä. Toiminnallinen, kokeellinen työskentely mahdollistaa oppilaan taitojen näyttämisen eri tavalla kuin kirjallisissa kokeissa (Agge, 2009). Tämä auttaa opettajaa arvioinnissa. Lisäksi kokeelliset työt mahdollistavat onnistumisen kokemukset ja sitä kautta myös oppilaan itsetunnon vahvistumisen.

Kokeellisuuden toteuttaminen vaatii resursseja ja opettajan tietoista päätöstä ottaa opetukseen mukaan kokeellisuutta (Rukajärvi-Saarela & Aksela, 2009). Ketosen (2020) mukaan suurin osa opettajista hyödyntääkin kokeellisuutta opetuksessaan. Kokeellisuuden toteutusmuodot kuitenkin vaihtelevat opettajien ja koulujen välillä. Hän toteaa, että haasteina kokeelliselle opetukselle ovat ajan puute, vähäiset resurssit, puutteelliset tilat ja välineet, työturvallisuuden takaaminen sekä suuret ryhmäkoot.

3.2 Kemiällisen tiedon kolme tasoa

Kemian tieto koostuu Johnstonen (1993; 2000) mukaan kolmesta tasosta (kuva 3): *makro-* (*macro*), *mikro-* (*sub micro*) ja *symbolisesta tasosta* (*symbolic tai representational*). Näitä voidaan kuvata kolmiona, jolloin jokainen kolmion kulma osoittaa yhtä tasoa. Jokainen kemiällisen tiedon taso on yhtä tärkeä. Makrotasolla tarkoitetaan konkreettista, aistien havaittavaa puolta kemiassa, eli näkyvää, kosketeltavaa, haistettavaa. Kokeellinen työskentely tapahtuu makrotasolla. Mikrotaso tarkoittaa abstraktimpaa, näkymätöntä tasoa, kuten atomeja, molekyyliä, ioneja ja sellaisia rakenteita, joita ei voi paljaalla silmällä nähdä. Näiden kahden tason asioita selittävä kieli tarkoittaa kolmatta symbolista tasoa. Se sisältää merkkejä, kaavoja, yhtälöitä graafeja sekä matematiikkaa. Mikrotason ja symbolisen tason ymmärtäminen vaatii abstraktia ajattelukykyä: esimerkiksi erilaisten mallien ja todellisten ilmiöiden välisen yhteyden

ymmärtämistä. Kaikki kolme tasoa täydentävät toisiaan, ja jokaista tarvitaan kemian ymmärtämiseksi.



Kuva 3. Kemiällisen tiedon kolmijakoinen luonne Johnstonen (1993) mukaan. Esimerkkinä veden makroskooppinen, mikroskooppinen ja symbolinen esitystapa.

Dori ja Hameiri ehdottavat de Jongin ja kollegoiden (2013, s. 99-100) mukaan laajennettua versiota Johnstonen kolmiosta lisäämällä neljännen tason: prosessin tason. Se käsittelee tapaa, jolla reaktio tapahtuu, kuten sidosten rikkoutumis- ja muodostumisprosesseja ja energian muutoksia. Prosessin taho liittyy kaikkiin kolmeen muuhun tahoan ja syventää käsitystä kemiasta.

Kemian kolmitasoinen luonne on yksi kemian oppimisen vaikeuden merkittävimmistä syistä. Tasojen hallinta ja sujuva liikkuminen näiden välillä on vaikeaa. Johnstone (2000) ehdottaakin, että kaikkia tasoja ei pitäisi käyttää opetuksessa yht'aikaisesti, koska tällöin on vaarana työmuistin ylikuormittuminen, eikä tieto silloin tallennu pitkäaikaiseen muistiin. Hänen mukaansa kemian opetuksessa tulisikin käsitellä yhtä tai kahta tasoa kerrallaan. Oppijan muistia ei voi laajentaa, mutta muistia voi käyttää tehokkaammin: muistettavat asiat tulee paloitella ja harjoitella palojen yhdistämistä toisiinsa (Shirhan, 2006). Johnstonen (2000) mukaan suurin osa oppilaista hyötyy pääasiassa makrotason opetuksesta. Myös POPS2014:ssä (Opetushallitus, 2014) painotetaan makroskooppisen tason opetusta, mutta todetaan myös, että oppilaan abstraktin ajattelukyvyyn kehittyessä voidaan opetukseen ottaa mukaan myös mikroskooppinen ja symbolinen taso.

Taberin (2013) mukaan kemian symbolista tasoa ei voi erottaa makroskooppisista ja mikroskooppisista tasosta, koska symbolinen taso esittää ja yhdistää näiden kahden muun tason käsitteitä ja malleja. Hänen mukaansa symbolinen taso on luonnollinen osa kemiallista ajattelua, oppimista, opettamista ja soveltamisprosesseja. Hän painottaa kemian luonteen tieteenä perustuvan molekyyli maailmaan, ja sen pitäisikin heijastua myös kemian kouluopetukseen.

3.3 Mallintaminen

Kemiassa havainnollistamiseen käytetään erilaisilla malleja. Malli on yksinkertaistettu esitys kohteesta. Mallin tehtävä on kohteen kuvailu, merkityksien ilmaiseminen, selityksien antaminen ja ennustaminen erityisesti silloin, jos kohdetta ei voida havaita tai suoraan mitata (de Jong ym., 2013, s. 101).

Gilbertin (2004) mukaan mallien avulla hahmotamme ja kuvailemme tieteellisiä ajatuksia, prosesseja ja ilmiöitä. Luonnontieteessä ilmiöt ovat isoja kokonaisuuksia ja hänen mukaansa mallit auttavatkin jakamaan tietoa osiin, jolloin isojen kokonaisuuksien hahmottaminen helpottuu. Hän korostaa, että mallit ovat tapa esittää ajatuksia ja asioita ymmärrettävässä muodossa. Lisäksi osa malleista on vakiintuneita ja yhdessä sovittuja, jolloin ne toimivat kielenä asioiden esittämiseksi.

Mallit myös toimivat linkkinä teorian ja kokeellisuuden välillä (Pernaa ym., 2009). Mallintamista voidaan hyödyntää kaikilla kolmella kemian tasolla (Johnstone, 1993). Esimerkiksi kokeellisessa osuudessa vaiheita tai tuloksia voidaan esittää piirto-ohjelmalla symbolisesti tai teoriaa voidaan selittää ja visualisoida molekyyli mallinnusohjelmalla (Pernaa ym., 2009). Opetuksessa täytyy esitellä mallikäsitteen luonne, erilaisten mallien mahdollisuudet ja rajoitukset sekä ohjata omien mallien kehittelyyn. Mallinnusta toteutetaan esimerkiksi ajattelemalla, piirtämällä, eleillä ja tietokoneiden avulla. Oppilaille on usein vaikeuksia ymmärtää mallin ja todellisuuden välisiä suhteita (de Jong ym., 2013, s. 102). Jos malleja ei ymmärretä, voi oppilaille jäädä virhekäsityksiä.

Habraken (2004) toteaa, että tietotekniikka on nostanut kemian mallintamisen uudelle tasolle: molekyyli mallinnuksesta on tullut kemian ajattelutapa. Hän tarkentaa, että jokainen yhdiste

voidaan esittää graafisesti, kuin 3D-sormenjälkenä. Kemian ajattelu on siis siirtynyt loogis–matemaattisesta loogis–visuospatiaaliseen eli avaruudelliseen hahmottamiseen. Avaruudellinen hahmotus on tilan havainnointia suhteessa itseen ja ympäristöön. Habraken (2004) huomauttaa, että lapset ja nuoret kasvavat nykyään hyvin visuaalisessa ympäristössä: ruutu on normaalia ja videot ovat tärkeä osa oppimista. TV ja tietokonepelit eivät välttämättä opeta tärkeitä asioita, mutta ne harjaannuttavat lasten visuospatiaalista hahmottamista. Se on nykypäivän lapsille luontainen tapa oppia, ja hän kehottaakin opettajia valjastamaan nämä kyvyt käyttöön opetukseen.

3.4 Kieli kemian oppimisessa

Kuten luvussa 2.3.4 todettiin, kieli on olennainen osa oppimista. Kieli ja tieto ovat erottamattomia: Kieli on ilmaisuväline ja tiede tiedon ilmaisukeino (Jayanthi ym., 2022). Kielellä ajatellaan, opitaan käsitteitä, kuvataan ja käsitellään havaintoja, luetaan ja kirjoitetaan, haetaan ja käsitellään tietoa eri tavoilla sekä ilmaistaan itseä (Kainulainen, 2015).

Koulun kieli on *tiedonalojen kieltä (academic language)* (Opetushallitus, 2023). Se on yleistä ja erityistä, ja sitä käytetään jokaisessa oppiaineessa. Oppitunneilla käytetään lisäksi myös arkikieltä. Kielitaito, tiedonalan tekstitaito ja sisältö ovat erottamattomat (Opetushallitus, 2023). Tiedonalan kieltä opitaan aineenopetuksessa. Oppiainekohtainen, erityinen tiedonalan kieli sisältää erityissanaston, tyypilliset tekstilajit ja kielenkäyttötavat. Se ilmentää tiedonalakohtaista tapaa lähestyä ja muodostaa tietoa, sekä tiedonalan tekstin tuottamisen perinteitä. Oppijan tulee osata käyttää oppiaineen erityisen tiedonalan kieltä, myös kyetä ajattelemaan oppiaineen kielellä, eli kyetä toimimaan oppiaineen kielen mukaisesti (Yrjölä, 2021). Aineenopettaja on oman alansa kielen hallitseva asiantuntija; kuin oppilaiden tulkki tiedonalakohtaisessa kielen oppimisessa (Markic & Childs, 2016). Aineenopettaja hallitsee oman tiedonalansa tekstitaidot, on niistä tietoinen ja tunnistaa niiden merkityksen (Opetushallitus, 2023).

Kieli on avainasemassa myös kemian oppimisessa (Markic ym., 2013). Kemian opetuksen tehtävänä POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) painotetaan kemiaan liittyvien käsitteiden rakentumisen sekä ilmiöiden ymmärtämisen tukemista. Peruskoulussa makroskooppiselta

taholta siirrytään vähitellen myös aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkkikielellä.

Kemian teksteissä kirjoitetut lauseet ovat lyhyitä ja hyvin informaatiopitoisia, ja teksti sisältää paljon käsitteitä (Markic & Childs, 2016). Woolfolkin (2021, s. 346-347) mukaan käsitteet jäsentävät ymmärrystämme maailmasta: ne ryhmittelevät samanlaisia tapahtumia, ideoita, esineitä tai ihmisiä luokkiin. Käsitteet ovat abstrakteja: niitä ei ole olemassa todellisessa maailmassa. On olemassa vain yksittäisiä esimerkkejä käsitteistä. Hänen mukaansa käsitteet auttavat järjestämään valtavat tietomäärät hallittaviin yksiköihin. Kemian olennaisten käsitteiden, kuten liukenemisen, kemiallisen sidoksen tai aineen hiukkasmaisen luonteen hallinta on välttämätöntä kemian oppimiselle, ja niiden ymmärtäminen vaatii moniulotteista hahmottamista ja harjaantuneita ajattelutaitoja (Taber, 2013; Sirhan, 2006). Myös toiminnanohjauksella on yhteys kemian käsitteiden oppimiseen (Rhodes ym., 2016).

Fang (2012) nostaa esiin Lemken (2002) huomion, että käsitteiden avulla ei aina pystytä kuvailemaan asioita parhaalla mahdollisella tavalla: esimerkiksi muoto, lämpötila, nopeus, kulma ja väri on hyödyllisempää ja tehokkaampaa kuvata muilla keinoin, esimerkiksi visuaalisesti. Kemian kieli sisältääkin käsitteiden lisäksi erilaisia symboleita, kuvia, kaavioita ja taulukoita, joita täytyy osata tulkita ja tuottaa (Markic & Childs, 2016). Lisäksi kemian kieli yhdistää matematiikkaa abstrakteihin asioihin, erikoissanastoon ja symbolikieleen.

Kemian kielen oppiminen on kuin vieraan kielen oppimista, se vie aikaa (Markic ym., 2013). Kemian oppimisessa on Markicin & Childsin (2016) mukaan tärkeää, että opiskelijat oppivat kemian kielen ja sen tekniset termit, kaavat ja argumentointimallit. Tällöin oppilas pystyy ymmärtämään, havainnoimaan, ajattelemaan loogisesti ja kommunikoimaan tehokkaasti. He korostavat, että kielen rooli kemian opetuksessa ja oppimisessa on monipuolisempaa ja haastavampaa kuin vain nimikkeistön ja uusien teknisten termien oppimista ja muistamista. Oppilaiden tulee harjaantua kysymisen taidoissa, tutkimusten ja tulosten raportoinnissa luonnontieteen kielellä, sillä heidän mukaansa nämä seikat tukevat opiskelijoiden kielen kehitystä ja tieteellistä lukutaitoa, sekä motivoivat oppilaita. Siksi kemian opiskelun kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että oppilaat ymmärtävät ja pystyvät selittämään peruskäsitteitä kemian kielellä. Lisäksi he toteavat, että kemian opetus- ja oppimateriaalien tehokkaaseen käyttämiseen tarvitaan kemian kielitaitoa.

Osalla oppilaista on äidinkielessä kielellisiä haasteita, jotka edelleen voivat vaikeuttaa kemian ymmärtämistä. Oppilaiden täytyy ensin ymmärtää ilmiö tai asia, ja vasta sitten lisätä esitykseen mukaan kemian kieltä (Markic ym., 2013, s. 131–135, 137). Yhä useammalla oppilaalla suomi ei ole äidinkieli. Oppilaan kotona puhutaan eri kieltä kuin koulussa, ja oppimistulokset jäävät usein alhaisemmaksi äidinkielellään opiskeleviin verrattuna (Markic ym., 2013). Kemian opiskelussa yhteistyö suomen kielen opettajan kanssa kannattaa. Kemian opetuksen tulee olla kielitietoista (kts. luku 3.4.5).

3.4.1 Kemian sanasto

Kemian kieleen liittyy erityinen sanasto. Yleisesti sanojen oppimisessa lähdetään liikkeelle yksinkertaisten asioiden tai esineiden nimeämisestä ja edetään vähitellen vaikeampiin sanoihin, jotka kuvastavat abstrakteja käsitteitä (Ikonen, 2001). Woolfolkin (2021, 346-347) mukaan käsitteitä opettaessa täytyy esitellä käsitteen nimi ja määritelmä, sekä havainnollistaa asiaa esimerkein. Sekä konkreettisia että abstrakteja esimerkkejä tulee esittää, ja esimerkkejä käsitteen määritelmän reuna-alueilta. Käsite tulee yhdistää muuhun tietoon, laajempaan tietoverkkoon.

Markicin ja Childsin (2016) mukaan kemian kieli on hyvin erilainen kuin mitä opiskelijat normaalisti käyttävät. Lisäksi useilla sanoilla on kemiassa eri merkitys kuin arkikielessä, ja heidän mukaansa tämä voi hämmentää oppilaita. Kemian kieli sisältää myös oman teknisen erikoissanaston, esimerkiksi välineiden ja laitteiden nimet. Suurin osa kemian sanoista on johdettu oppilaille vieraista kielistä: kreikan tai latinankielisistä alkuperäissanoista (Jayanthi ym., 2022). Kemiassa sanoilla on tunnusomaisia etuliitteitä ja päätteitä (Markic ym., 2013).

Uusia sanoja kannattaa Markicin ja kollegoiden (2013) mukaan opettaa tietoisesti vain muutamia kerrallaan. Vieraita käsitteitä ei ole suositeltavaa esitellä heti tunnin aluksi, vaan vasta kun asia on esitelty ja ymmärretty, lisätään kemian kieltä. Uudet sanat kannattaa listata näkyviin ja kerrata seuraavan tunnin alussa. Selkeys ja tiiviys ovat muistiinpanoissa oleellista. Sanastoa voi harjoitella erilaisilla peleillä (sananselitys, rikkinäinen puhelin, domino, muistipeli) tai aukkotehtävillä. Myös sanaristikot toimivat tässä (Markic & Childs, 2016). Sananselitys toimii myös hyvänä menetelmänä: oppilas selittää erilaisia merkkejä, termejä ja symboleja omin sanoin suullisesti ja kirjallisesti (Turpeenoja, 2008).

Kemian teksteissä jo yhden sanan virheellinen ymmärtäminen voi johtaa koko asian väärinymmärtämiseen. Kemiassa täytyy käyttää käsitteitä täsmällisesti ja tarkasti, ja oikeinkirjoitus on tärkeää (Jayanthi ym., 2022). Yhdenkin kirjaimen virhe sanassa muuttaa käsitettä merkittävästi (Markic ym., 2013). Esimerkiksi yhden kirjaimen muutos hiilivedyissä: alkaani, alkeeni, alkyyni tai reagenssipullon kyljessä läheiset sanat mangaani ja magnesium tarkoittavat täysin eri ainetta.

3.4.2 Kemian symbolinen kieli

Kemian symbolinen kieli on monimutkainen ja yleismaailmallinen: sitä voi ymmärtää kansalliskielestä riippumatta (Markic & Childs, 2016). Kirjaimilla ja erilaisilla lyhenteillä kuvataan ainetta, sen rakennetta tai ominaisuuksia. Jayanthin ja kollegoiden (2022) mukaan aineiden symbolit, kemialliset merkit, on nimetty niiden kreikkalaisten tai latinalaisten sanojen juurien, kehittäjien tai keksijöiden nimien, löytöpaikkojen, värin ja kosmoksen mukaan. Lisäksi kreikan mytologialla on roolinsa nimikkeistössä. He toteavat, että kemialliset symbolit toimivat lyhenteinä sanoille, ja niiden avulla voidaan ilmaista kemiallisia reaktioita tai ilmiöitä tiiviisti. Monimutkaisten symbolijonojen lukemiseen ja ymmärtämiseen tarvitaan kemian kielitaitoa. Symbolikielen reaktioyhtälöllä voidaan kertoa lyhyesti muuten pitkän sanallisen selityksen vaativa ilmiö, ja siitä saadaan sekä makro- että mikrotason tietoja (Jayanthi ym., 2022; Markic & Childs, 2016).

Taberin (2009) mukaan symbolisen esitystavan käyttämisessä on tärkeää korostaa huolellista symbolien käyttöä niin, että oppija ymmärtää millä taholla asiassa liikutaan tai kun siirrytään tulkinnassa toiselle taholle. Sama koskee myös sanallisten ilmaisujen käyttöä. Hänen mukaansa symbolisten esitystapojen opetuksessa on tärkeää huolellinen symbolien ja niiden merkitysten oppiminen, kielioppi ja kemian sisältöjen riittävä ymmärtäminen.

3.4.3 Kemian lukutaito

Lukutaidon kehittäminen ei ole vain äidinkielen oppiaineen tehtävä, vaan tekstien tulkintaa ja ymmärtämistä harjoitellaan koulussa kaiken aikaa (Taalas ym., 2007, s. 76-77). Eri tiedonaloilla

tekstit ovat tietynlaisia. Lukijalta vaaditaan taitoa ymmärtää tieteenalakohtaista tekstiä, johon kuuluvat esimerkiksi erikoissanasto, kielityyli, tekstirakenteet, tekstin ominaisuudet (esim. korostetut otsikot ja käsitteet, kaaviot, kuvaajat, valokuvat, kuvatekstit) ja lähteet (Annenbergin säätiö, 2023). Tarvitaan erityistä lukutaitoa havaitsemaan eri tekstien eroavaisuuksia, ymmärtämään sisältöä ja arvioimaan luettua kriittisesti. Fangin (2012) mukaan lukemisen sujuvuutta ja nopeutta ei ole syytä korostaa liikaa, sillä lukunopeus on tärkeä suoraviivaisten tekstien lukemisessa, mutta tieteenalakohtaiset tekstit ovat monimutkaisempia. Niitä lukiessa täytyy pysähtyä tarkastelemaan tekstiä ja pohtimaan tekstin merkitystä. Tieteenalakohtaisten tekstien lukemisessa ei ole tästä syystä tarkoituksenmukaista kiirehtiä. Kemian tekstien ymmärtämiseksi täytyy olla kykyä lukea ja ymmärtää tieteellistä tekstiä (Markic ym., 2013).

Tieteellinen lukutaito tarkoittaa yksilön kognitiivisten kykyjen kehittymistä luonnontieteissä sekä erityisesti tieteellisen lukutaidon sosiaalisuutta, yhteyttä yhteiskunnallisiin asioihin, asenteisiin ja tieteen kulttuurisiin käytänteisiin (Vartiainen, 2022). Fangin (2012) mukaan tieteellisen lukutaidon kehittymiseen tarvitaan tietoa siitä, miten kieltä käytetään eri tieteenaloilla tiedon esittämiseksi. Hänen mukaansa tieteellinen lukutaito kehittyy parhaiten tekemällä: osallistumalla tieteenalakohtaisen tekstien lukemiseen, kirjoittamiseen, puhumiseen, kysymiseen, ajatteluun ja päättelyyn asiantuntevan opettajan ohjauksessa.

Gilbertin ja Treagustin (2009) mukaan kemian lukutaito on kokonaisuudessaan laaja ja vaativa taito. Sitä tarvitaan arkisissa tilanteissa, kuten pesuaineiden ja muiden kemikaalien valinnassa. Lisäksi kemian lukutaitoa tarvitaan yhteiskunnallisesti kestävien toimintatapojen valinnassa, esimerkiksi mietittäessä energialähteiden käyttöä. Heidän mukaansa myös esimerkiksi materiaalien valinnassa tarvitaan kemian lukutaitoa (esimerkiksi muovien käyttö). Kemian lukutaitoa tarvitaan myös luonnonilmiöiden ymmärtämisessä, esimerkiksi ruostumisen ehkäisemisessä. He korostavat, että kemia selittää luonnonilmiöitä ja kemian teknologian sovellukset pyrkivät kehittämään maailmaa. Kemian lukutaito voidaan luokitella heidän mukaansa kolmeen tasoon. Alin taso on käytännöllinen kemian lukutaidon taso, jolloin lukutaitoa on jokapäiväisestä elämästä selviämiseen: ymmärrystä ruuan, terveyden ja turvallisuuden suhteen. Toinen taso käsittää kyvyn osallistua kemian yhteiskunnalliseen keskusteluun ja kemian teknologian sovellusten ymmärtämisen. Kolmas taso on kulttuurinen kemian lukutaito, joka tarkoittaa kykyä arvostaa kemian tieteellisiä pyrkimyksiä.

Kemian oppikirjojen tekstit sisältävät erittelevää, tiivistä ja tietopitoista tekstiä (Markic ym., 2013, s. 131–135, 137). Tekstissä viitataan usein taulukoihin, kuvaajiin tai kaavoihin, joiden ymmärtäminen edellyttää tulkintaa ja luokittelua. Söderbergin (2020) mukaan luetun ymmärtämisen haasteet heijastuvat myös luonnontieteiden opiskeluun, erityisesti jos opetus painottuu tekstikirjoihin. Hänen mukaansa kuitenkin hyvin jäsennelty teksti auttaa oppimaan kemiaa. Tiivis teksti ei ole aina opettavaisin, vaan tarvitaan käsitteitä avaavaa ja kuvailevaa tekstiä asian ymmärtämisen helpottamiseksi. Hän toteaa, että teksti yhdistettynä kokeelliseen työskentelyyn, kysymysten esittämiseen ja havainnointiin edistää oppimista tehokkaasti.

Tieteellisen lukutaidon voidaan katsoa kuuluvan yhdeksi osaksi monilukutaitoa. Monilukutaidon kehittämisessä edetään arkikielestä kohti eri tiedonalojen kieltä ja esitystapojen hallitsemista (Opetushallitus, 2014). Vartiainen (2022) toteaa, että monilukutaitoon liittyy multimodaalisuus eli tekstien monimuotoisuus. Luonnontieteissä tekstit ovat hyvin multimodaalisia, esimerkiksi kemiassa käytetään paljon malleja havainnollistamiseen. Hänen mukaansa mallien ymmärtäminen ja tekeminen edellyttää monilukutaitoa. Malli on tulkinta todellisuudesta ja mallilla pyritään aina viestimään jotain tiettyä seikkaa. Erilaisia malleja käytetään viestin tavoitteen mukaan: vesimolekyylin atomirakennetta kuvataan eri mallilla kuin sen poolisuutta. Myös graafit ovat malleja, jotka välittävät tietoa. Lisäksi kemialle on ominaista symbolikieli. Vartiaisen mukaan näiden lisäksi monilukutaidon käsite tulee laajentaa luonnontieteissä myös luonnontieteelliseen kulttuuriin osallistumiseen sekä luonnontieteisiin liittyvien tekstien tuottamiseen, tulkitsemiseen ja kriittiseen arviointiin.

Laato (2022) on pro gradu -tutkielmassaan hahmotellut monilukutaidon kokonaismallin kemian ilmiön ja tietosisältöjen tarkastelulle makro- ja mikrotaholla kehyyksessä. Hänen mukaansa kemian tietosisältöjen tulkitsemisen ja tuottamisen oppimisessa voidaan hyödyntää erilaisia esitystapoja, välineellisyyttä sekä toimintatapoja, jotka tukevat oppimista. Laaton (2022) mukaan kemian opetuksen esitystapojen tulkintaa helpottavat niiden arkeen linkittyminen, havainnollistaminen sekä asian ymmärtämisen helpottuminen. Esitystapojen tulkitsemisen vaikeuksien nähtiin johtuvan puutteellisesta kielitaidosta, monimutkaisesta kielestä ja asian ilmaisemisesta vain sanallisena tekstinä. Hänen mukaansa eri esitystapoja käytettäessä kemian oppimista vaikeuttavat esitystapojen hallinnan vaikeudet ja kemian tiedon kolmitahoisen luonteen ymmärtämisen vaikeudet. Esitystapojen tuottamista puolestaan helpottavat

esimerkiksi mallista jäljittely. Tuottamisessa vaikeuksia aiheuttavat muun muassa puutteellinen kielitaito ja haasteet sanallisessa tuottamisessa, erityisesti laajojen tekstien tuottamisessa.

3.4.4 Kemian kielen ja vieraiden kielten opetuksen yhtäläisyyksiä

Kielten oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa. Aalto & Mustonen (2016, s. 6-11) korostavat, että kielten opiskelussa ihmisten välinen kohtaaminen on keskiössä. Heidän mukaansa vuorovaikutustilanteet, joissa aidosti on mukana kielen käyttötarve, tekevät kielen opiskelusta merkityksellistä. Kieltä opitaan siis käytettäessä sitä erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa (Aalto ym., 2019). Myös Opetushallitus (2019) ohjeistaa, että suullinen ilmaisu on kielen oppimisessa kaiken keskiössä. Kielen oppimisessa korostuvat toiminnallisuus, tutkiva oppiminen ja yhteistoiminnallinen oppiminen. Yläkoulussa POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) mukaisessa vieraiden kielten oppimisessa pyritään asianmukaiseen, luonnolliseen ja merkitykselliseen kielen käyttöön. Opiskelussa korostuu pari- ja pienryhmätyö sekä yhdessä oppiminen. Osallisuus ja vuorovaikutus ovat tärkeä osa myös ympäristöopin opetusta.

Myös kemian kielen oppiminen tapahtuu sosiaalisissa tilanteissa. Kemian käsitteiden oppimisessa POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) painottuu tutkimuksellinen lähestymistapa: keskeistä on oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa. Kemian kieltä opiskellaan osana kokeellisia töitä, jolloin tavoitteena on havainnollistaa abstraktilta tuntuvia ilmaisuja (Turpeenoja, 2008). Markicin & Childsin (2016) mukaan yhteistoiminnallisessa oppimisessa kemian kieltä käytetään vuorovaikutustilanteissa, kun opiskelijat ratkovat ongelmia keskustellen: kyseenalaistavat, selittävät, rakentavat tietoa toistensa ideoiden pohjalta, ja siten yhteistyöllä säätelevät ja parantavat omaa ja ryhmänsä oppimista.

Kielen oppimisessa käytetään toiminnallisia opetustapoja. Toiminnallisuuden määritellään olevan usein fyysistä, mutta se voi olla myös ajatustyötä ja kielen käyttöä tai aktiivista havainnointia (Jyväskylän yliopisto, 2023). Toiminnallisuudessa oppija on yhdessä muiden kanssa aktiivinen toimija. Toiminnallisuudessa opiskelun tarkoitus, merkitys, valinnan mahdollisuus, oman toiminnan reflektio ja säätely korostuvat. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) kerrotaan, että kieltenopetuksessa alaluokilta alkaen käytetään paljon lauluja, leikkejä, draamaa, pelillisyyttä, liikettä ja eri aisteja. Pelillisuus, musiikki ja draama ovat edelleen

mukana vieraiden kielen opetuksessa myös yläkoulussa. Myös alakoulun ympäristöopin työtavat ovat toiminnallisia, kokemuksellisia, elämyksellisiä ja draamaa ja tarinoita käytetään osana opetusta.

3.4.5 Kielitietoinen kemian opetus

Kielitietoisuus tarkoittaa oppilaiden erilaisten kielellisten valmiuksien huomioimista opetuksessa (Andersen & Ruohotie-Lyhty, 2019). Oppilaiden erilaiset kielelliset valmiudet vaihtelevat oppilaiden taustan mukaan ja voivat johtaa epätasa-arvoon kouluopetuksessa. Kielitietoisuuden ulottuvuuksia ovat kielen huomiointi, kielellinen luovuus, metakielellinen tieto, metakielellinen pohdinta sekä kieliin ja kieliyhteisöihin kohdistuvat asenteet. POPS2014:ssä (Opetushallitus, 2014) korostetaan kielitietoisuutta ja kielen roolia koulutuksessa, ja todetaan, että jokainen opettaja on myös kieltenopettaja.

Oppilaiden äidinkieli ei välttämättä ole opetuksen kieli. Tämä ja oppilaiden kulttuuritausta vaikuttaa myös kemian oppimiseen (Markic & Childs, 2016). Opettajan on huomioitava oppilaiden yleinen kielellinen taito: taito lukea, kirjoittaa ja puhua (Markic ym., 2013). Kielitietoinen pedagogiikka ottaa huomioon luokan kielenkäyttöä ohjaavan kulttuurin ja antaa osallistujille mahdollisuuden käyttää kieliresurssejaan (Moate & Szabó, 2018). Tällöin luokan valtakielen lisäksi voidaan käyttää oppilaiden koti- ja perintökieliä helpottamaan sisältöjen ja kielen oppimista. Opettajien ei tarvitse hallita kaikkia luokassa puhuttuja kieliä.

Aallon ja kollegoiden (2019) mukaan kielitietoisessa opetuksessa tavoitteena on mahdollistaa kaikkien oppilaiden osallisuus oppiaineen tiedon ja taitojen kehittämiseen, muihin sosiaalisiin tilanteisiin sekä osaksi ryhmää ja laajemmin yhteisöjä ja koko yhteiskuntaa. Kielitietoinen opetus ohjaa oppijat oppimaan vuorovaikutuksessa mahdollistaen osallistumisen tukemalla oppijoiden kielellisten taitojen kehittymistä ja kasvattamalla koko ryhmää kielitietoiseksi (muun muassa tunnistamaan asenteita ja oppimaan vuorovaikutustaitoja).

Oppilaan kielellisiä valmiuksia voi tukea rakentamalla tuntiin dynamiikkaa, visualisoimalla ja havainnollistamalla, käyttämällä eleitä ja jäsentelemällä puhetta selkeäksi, mutta luontevaksi (Aalto ym., 2019). Markic ja kollegat (2013) ohjeistavat opettajaa puhumaan hitaasti, käyttämään kokonaislauseita ja pitämään taukoja lauseiden välissä. Kieli täytyy sovitaa kuulijakunnalle sopivaksi; ei liian tieteellistä, mutta ei pelkkää arkikieltäkään. Tehtävänanto

tulee esitellä huolellisesti, eikä silloin tule käyttää tuntemattomia sanoja (Markic ym., 2013). De Jong ja kollegat (2013) suosittelevat välttämään monimerkityksellisiä ilmaisuja ja tarkentamaan aina täsmällisesti, onko kyseessä makro- vai mikrotahon käsite. Aalto ja kollegat (2019) ohjeistavat opettajia toistamaan tärkeitä asioita riittävästi. Heidän mukaansa ymmärtäminen tulee varmistaa usein ja monella tavalla, esimerkiksi ymmärtämisen tarkistuskysymyksillä ja soveltavilla jatkokysymyksillä, tai pyytämällä oppilasta toistamaan asia omin sanoin. Jos opettaja epäilee ymmärtämisongelmaa, on sanoma syytä toistaa sellaisenaan, kuin lähteä muotoilemaan sanomaa toisin sanoin.

Markicin ja kollegoiden (2013) mukaan kuvan ja sanan yhdistäminen auttaa sanaston oppimisessa. Kuvalliset selitykset ovat havainnollisempia kuin pelkkä teksti, esimerkiksi työohjeita kuvat havainnollistavat tehokkaasti. Laboratoriotöissä havaintojen kirjaaminen on monille oppilaille hankalaa. Tähän he ehdottavat apuvälineeksi apusanastoa. Sisältöjen oppimista voi toisaalta keventää tarinallistamalla, esimerkiksi oppilaan tehtävänä voi olla täyttää puhekupla tai täydentää sarjakuvaa. Heidän mukaansa tieteellistä kirjoittamista, argumentointityyliä ja syy-seuraussuhteita voidaan harjoitella esimerkiksi jos-niin -lauseiden avulla, jossa yhdistetään lauseen alku ja loppu. Lauseiden kirjoittamisessa oppija toistaa lauseen samalla kielioppia ja sisältöjä harjoitellen.

Aalto ja kollegat (2019) korostavat, että oppilaita ei saa luokitella taustan mukaan. Heidän mukaansa kielelliset valmiudet tulee testata ja antaa sen mukaan oikeantasoista tukea. Lisäksi monikielisen oppilaan opetuksessa on tärkeää selvittää oppilaan taustat ja kielen käyttö koulun ulkopuolella. Heidän mukaansa kartoituksella testataan, kuinka itsenäisesti oppilas selviää erilaisista kielellisistä tilanteista: arjen tilanteista kertominen ja puheen ymmärtäminen voi sujua hyvin, mutta kemian abstraktit aiheet voivat olla todella haastavia.

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2023) korostetaan opettajien yhteistyötä kielikasvattajina. Aineenopettaja hallitsee oman tiedonalansa tekstitaidot, on niistä tietoinen ja tunnistaa niiden merkityksen. Aineenopettaja opettaa tekstitaitoja ja aineen sisältöjä luontevasti integroiden. Eri oppiaineiden tietotekstejä pitäisi käsitellä myös suomen kielen ja kirjallisuuden tunneilla, ja niitä voi yhdistää myös vieraiden kielten ja toisen kotimaisen kielen opetukseen.

3.5 Oppimaan oppiminen kemian opiskelussa

Kemian oppimisessa tarvitaan Degutyte-Kančauskienėn (2020) mukaan oppimaan oppimisen taitoja kemian monimutkaisten sisältöjen oppimisessa. Kemiassa tarvitaan hankitun tiedon soveltamista ja päätöksentekotaitoja uusissa tehtävissä. Hän painottaa määritelmien ja periaatteiden huolellista ymmärtämistä, jotta soveltaminen mahdollistuu. Tällainen käsitteellinen ajattelu auttaa saavuttamaan parempia oppimistuloksia kuin muistioppiminen. Käytännön toimiksi oppimaan oppimisen taitojen kehittämiseksi kemian tunneilla Degutyte-Kančauskienėn esittää sitä, että luodaan mahdollisimman monia tilanteita, joissa opiskelija voi kokea onnistumista ja minäpystyvyyttä ja näin saada lisää motivaatiota opiskeluun. Myös yhteistoiminnallinen oppiminen voi toimia oppimaan oppimisen lisäämiseen. Oppimateriaalia pitäisi eriyttää, jotta vältytään heikoimpien epävarmuuden tunneilta kemian tunneilla. Heikoimmille oppilaille täytyisi asettaa lyhyen aikavälin tavoitteita opiskeluun.

4 Kemian opiskelun aloitus 7. luokalla

Kemian opiskelu aloitetaan seitsemännellä luokalla. Alakoulussa kemiaa opiskellaan ympäristöopissa. Muutos tulee nivelvaiheessa siirryttäessä alakoulusta yläkouluun.

4.1 Alakoulun ympäristöoppi

Alakoulussa luonnontieteiden opetus toteutetaan ympäristöoppina. Se on integroitu oppiaine, joka sisältää biologian, maantiedon, fysiikan, kemian ja terveystiedon tiedonalat. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) kerrotaan opetuksen sisältävän myös kestävän kehityksen näkökulman. Oppilaiden ympäristösuhteen rakentumista, maailmankuvan kehittymistä ja sekä luonnon että rakennetun ympäristön ymmärrystä tuetaan opetuksen myötä. Tavoitteena on ohjata oppilasta ympäristön, sen ilmiöiden, itsensä ja toisten ihmisten sekä terveyden ja hyvinvoinnin tuntemiseen ja ymmärtämiseen. Oppilaat harjoittelevat tiedon hankkimista, käsittelyä, tuottamista, esittämistä, arviointia ja arvottamista ympäristöopin monitieteisen perustan hengessä. Opetus pohjautuu tieteelliseen tietoon, ja oppilaita ohjataan myös kriittiseen ajattelun kehittämiseen.

Harlen (2006, s. 3-5) toteaa, että sosiaalinen vuorovaikutus ja tutkimusten tekeminen ympäristöstä ovat luonnontieteiden opetuksessa tärkeitä. Oppiminen tapahtuu kumulatiivisesti vanhan tiedon päälle kokemusten kautta, tekemällä havainnoista järkeenkäyviä yhteistyössä muiden kanssa. Oppija on tässä aktiivisessa roolissa: oppija selittää havaintojaan, ottaa vastuuta tekemisestä ja kehittää yhteistyötä toisten kanssa. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) korostetaan, että ympäristöopin opetus on toiminnallista, kokemuksellista ja elämyksellistä. Opetuksessa pyritään tutkimaan ilmiöitä luonnollisissa tilanteissa ja ympäristöissä niin, että oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus tutkimusten tekemisessä ovat keskiössä. Kannustavalla, myönteisellä palautteella tuetaan tutkimisen taitojen ja motivaation kehittymistä.

Harlenen (2006, s. 8-9) mukaan 5-12 -vuotiaiden luonnontieteiden opetus alkaa tuttujen kohteiden ja tapahtumien tarkastelusta. Ympäristön ymmärtämisestä edetään isompiin kokonaisuuksiin linkittämällä tietoa ja selittämällä erilaisia tapahtumia. Isommat ajatukset taas linkittyvät toisiinsa rakentaen laajemman kokonaisuuden teoriasta tai periaatteesta. Suunta ei

voi olla päinvastainen. Ympäristöopin keskeisemmät sisältöalueet vuosiluokilla 3-6 ovat POPS2014:ssa minä ihmisenä, arjen tilanteissa ja yhteisössä toimiminen, löytöretkelle monimuotoiseen maailmaan, ympäristön tutkiminen, luonnon rakenteet, periaatteet ja kiertokulut sekä kestävän tulevaisuuden rakentaminen.

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) on todettu, että ympäristöopissa rakennetaan perustaa myöhemmälle ympäristöopin eri tiedonalojen osaamiselle. Kemian opetuksessa alakoulun aikana on keskeistä havaita ympärillä olevia erilaisia aineita. Lisäksi tutkitaan, kuvaillaan ja selitetään aineiden ominaisuuksia, rakenteita ja niiden muutoksia. Tavoitteena on herättää ja syventää kiinnostusta luonnontieteitä, myös kemiaa kohtaan.

4.2 Yläkoulun kemia

Kemian opiskelu omana oppiaineenaan alkaa 7. luokalla, kun alakoulusta yläkouluun siirryttäessä ympäristöoppiin sisältyvät tiedonalat jakaantuvat omiin oppiaineisiin. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) kerrotaan, että kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittymistä. Kemian opetuksen myötä oppilas ymmärtää kemian ja sen sovellusten merkitystä arjessa, elinympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa. Oppilas saa valmiuksia kestävien, ympäristötietoisten valintojen tekemiseen ja ymmärtää kemian merkityksen kestävän tulevaisuuden rakentamisessa: kemiolla on tärkeä rooli uusien ratkaisujen kehittämisessä sekä ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnin turvaamisessa.

Kemiaan liittyvien käsitteiden oppimista ja ilmiöiden ymmärtämistä tuetaan POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) mukaisessa opetuksessa keskittymällä ensin makroskooppisen tason havaintoihin ja vähitellen myös abstrakteihin submikroskooppisiin ja symbolisiin malleihin. Kuten ympäristöopissakin, oppilaat harjoittelevat kemiassa tiedon hankkimista ja käyttämistä sekä tiedon luotettavuuden arviointia ja arvottamista. Kemian opiskelun myötä monilukutaito ja kemian lukutaito kehittyvät.

Kemian opiskelussa tutustutaan aluksi kemian peruseriaatteisiin, teorioihin ja tärkeimpiin lakeihin. Talanquer ja Pollard (2010) toteavat perinteisen kemian opetuksen olevan hyvin teoreettista ja oppikirjoihin pohjautuvaa. Oppilaat eivät useinkaan näe kemian tietoja tarpeelliseksi tai käytäntöön soveltuviksi. Heidän mukaansa kemian sisällöt ja asioiden

yhteydet ovat vaikeasti hahmotettavissa, eikä teoriapainotteinen opiskelu kehitä ongelmanratkaisukykyä. Kemian tehtävät ovat lähinnä yhtälöiden tasapainottamista ja molekyyliarakenteiden piirtämistä, eli hyvin teoriapainotteisia. Opiskelijat eivät pysty näiden opiskelemissa tietojen pohjalta ratkomaan oikeita, elämässä eteen tulevia kemiallisia ongelmia.

Kemian käsitteitä pitäisikin opettaa yhdistämällä asioita tosielämään, oppilaille merkityksellisellä tavalla (George ym., 2021). Esimerkiksi tämä voidaan toteuttaa kemiallisia ongelmatilanteita ratkomalla (Talanquer & Pollard, 2010). Tällöin kemian tiedot punoutuvat yhteen kuin hämähäkinverkoksi, edeten aina sen perusteella, mitä tietoja ongelman ratkaisemiseksi tarvitaan. Tällainen oppiminen parantaa myös opiskelijoiden asennetta kemian teorian opiskeluun. POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) mukaisen kemian opiskelun lähtökohtana ovat nimenomaan oppilaiden aiemmat kokemukset ja havainnot, ympäristön aineet ja ilmiöt, joista edetään kemian ilmiöiden kuvaamiseen ja selittämiseen, aineen rakenteeseen ja kemiallisiin reaktioihin kemian kieltä käyttäen. Opetuksen keskeiset sisältöalueet yläkoulussa ovatkin luonnontieteellinen tutkimus, kemia omassa elämässä ja elinympäristössä, kemia yhteiskunnassa, kemia maailmankuvan rakentajana, aineiden ominaisuudet ja rakenne sekä aineiden muutokset.

Talanquerin ja Pollardin (2010) mukaan nykyaikainen kemiallinen tiede perustuu ajatusketjuun: analysoi (mitä se on?), tuota (miten teen sitä?), muokkaa (kuinka muutan sitä?) ja mallinna (kuinka selitän sen?) Opiskelijoiden pitäisikin tunnistaa kysymykset, joihin moderni kemiantietämys ja -harjoitus etsii vastauksia; tutkia ja ymmärtää teoreettisia ja käytännöllisiä työkaluja, joita on kehitetty näiden vastausten löytämiseksi; ja käyttää näitä ideoita ja tekniikoita oikeiden ongelmien ratkomiseen. Heidän mukaansa nykyaikaisen kemian opetuksen tavoitteena siis olisi esitellä opiskelijoille kemiallista ajattelua ja ongelmanratkaisua.

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) on korostettu, että tutkimusten tekeminen on käsitteiden ymmärtämisen kannalta oleellista. Lisäksi tutkimuksen tekeminen kehittää tutkimisen taitoja, luonnontieteellisen tiedon luonteen hahmottamista, yhteistyötaitoja ja luovaa ja kriittistä ajattelua. Kemiassa tutkimukset ovat usein kokeellisia töitä, ja niiden on todettu lisäävän motivaatiota kemian opiskeluun (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Oppilaita ohjataan tutkimusten tekemiseen kannustavalla palautteella (Opetushallitus, 2014). Oppilaiden

osallisuus ja vuorovaikutus yksinkertaisten tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa on opetuksessa keskeistä.

Kemian oppimiseen liittyy Kyrkön (2017) mukaan monilla haasteita, joihin yleisin syy on se, että oppilaat eivät sisäistä kemian opiskelun kannalta keskeisimpiä käsitteitä heti opintojen alkuvaiheessa. Kun opetuksessa siirrytään haastavampiin asioihin, ei niiden ymmärtäminen ole mahdollista peruskäsitteiden puutteiden vuoksi. Hänen mukaansa kemian oppimista vaikeuttaa myös ilmiöiden abstraktius sekä ulkoa opeteltavien asioiden runsaus.

4.3 Alakoulusta oppimisvalmiuksia kemiaan

Vitikka ja Hurmerinta (2011) ovat tarkastelleet kansainvälisiä opetussuunnitelmia. Näistä yhteenvetona voidaan sanoa, että luonnontiedeoppiaineelle keskeiset taidot ovat ennustaminen, hypoteesien muodostaminen, tutkimusvälineiden käyttö, observointi, analysointi, havaintojen ja tutkimusten tulkinta, vaihtoehtojen konstruointi, arviointi, vertailu, luokittelu sekä kommunikointi ja vuorovaikutus. Heidän mukaansa taidot ovat siis sekä työmenetelmiin liittyviä että yleisiä kansalaistaitoihin liittyviä.

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) luonnontieteiden opetuksessa alakoulun ympäristöopissa ja yläkoulun kemian opetuksessa tavoitteina on kehittää oppilaan taitoa muodostaa kysymyksiä, turvallista työskentelyä, havaintojen ja mittausten tekemistä sekä ohjeiden noudattamista. Samalla yhteistyötaidot muiden kanssa kehittyvät. Oppilasta ohjataan tulosten käsittelyyn ja esittämiseen sekä johtopäätösten tekemiseen. Tavoitteena on huomioida tulosten oikeellisuuteen ja luotettavuuteen sekä tutkimusprosessin toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä. Oppilas harjaantuu ympäristöopin ja kemian ilmiöiden selittämisessä keskeisiä käsitteitä käyttäen. Jo alakoulussa opetetaan mallien käyttöä havainnollistamisessa. Peruskoulun päätteeksi hyvän osaamisen taitotasolla oppilas osaa kuvata aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä erilaisilla malleilla sekä arvioida mallin suhdetta todellisuuteen. Lisäksi oppilaan käsitys tieteellisistä tiedon tuottamistavoista kehittyy.

Shirhan (2006) painottaa kemian opettamisessa oppijan näkökulman huomioimista. Opettajan tulee tietää oppilaiden ennakkotiedot ja lähtötaso. Opetuksessa ennakkokäsityksiä selvennetään ja korjataan. Peruskäsitteet opetetaan huolellisesti. Hänen mukaansa on tärkeää,

että opetuksessa keskitytään esittämään keskeinen tieto sopivan kokoisina annoksina, jotta työmuisti ei ylikuormittuisi. Lisäksi käsitteiden yhteydet toisiinsa on havainnollistettava ja pyrittävä luomaan näistä merkityksellisiä, yhtenäisiä kokonaisuuksia. Hän toteaa, että oppimistuloksiin vaikuttavat oppilaiden asenteet ja motivaatio merkittävästi. Asenteisiin vaikuttaa laadukas opetus, sekä opetettavan asian merkityksellisyyden kokemus. Myös arviointi suhteutetaan kurssin tavoitteisiin, jolloin oppilaiden motivaatio ja mielekäs oppiminen on todennäköisempää. Opetushallituksen (2021) selvityksen mukaan alakoulun ympäristöopin opetusta voidaan tukea tarjoamalla opettajille täydennyskoulutusta, kehittämällä opetussuunnitelmaa sekä tuottamalla monipuolisia oppi- ja tukimateriaaleja.

4.3.1 Valmiuksia kokeellisuuteen

Tutkimisen taidot harjaantuvat alakoulun ympäristöopissa POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan niin, että oppilas osaa vähintään (arvosana 5) osallistua havainnointiin, mittaamiseen ja tulosten dokumentoimiseen ja kertoa näistä ohjatusti. Oppilas osaa ohjatusti kuvailla tehtyä tutkimusta ja sen tuloksia käyttäen hyödyksi tutkimuksessa kerättyä tietoa tai havaintoja. Hyvää osaamista (arvosana 8) alakoulun päätteeksi on, jos oppilas osaa itsenäisesti tai yhdessä muiden kanssa suunnitella ja toteuttaa pieniä tutkimuksia ja esittää niiden tuloksia selkeästi. Oppilas tunnistaa syy-seuraussuhteita ja osaa tehdä yksinkertaisia johtopäätöksiä tuloksista.

Kemian kokeellisuus vaatii oppilaalta fyysistä kompetenssia (kts. luku 2.3.2), kuten aistitoimintoja ja motorisia taitoja, esimerkiksi kädentaitoja sekä silmän ja käden koordinaatiota. Tätä kehittävät monipuoliset alakoulussa toteutettavat tehtävät, esimerkiksi pallon vieritys- ja heittopelit, lajittelu-, solmimis- ja napitusharjoitukset, tappi- ja muotolaudat, helmien pujottelu, tikunkeruu- ja hernepussileikit sekä leikkausharjoitukset (Ikonen, 2001, s. 121).

Kyrkkö (2017, s. 19-28) on analysoinut kuudennen luokan Sanoma Pro:n ympäristöopin Pisara-oppikirjaa, sekä Otavan yläkoulun kemian Titaani-oppikirjaa. Pisara-kirjassa kokeellisuus tuodaan esiin lisätehtävissä. Ne pohjustavat yläkoulun kokeellista työskentelyä. Titaani-kirjassa kokeellisuus ja erilaiset tutkimukset ovat keskeisessä asemassa, ja kokeelliset työt esitellään heti kunkin kappaleen ensimmäisellä sivulla. Yläkoulun kokeellisten töiden ohjeet sisältävät

oikeita reagensseja ja kemian työvälineitä, kun taas ympäristöopin kokeelliset tehtävät toteutetaan kotoa löytyvillä välineillä. Uutena, tärkeänä työvälineenä oppilaat käsittelevät seitsemännellä luokalla kaasupoltinta, jonka käyttäminen vaatii harjoittelua. Kyrkön mukaan kokeellisen työn reagensseihin liittyen varoitusmerkkien tunteminen on tärkeää.

Yläkoulussa POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan tavoitteena on harjaantua kokeelliseen työhön osallistumisessa ja tutkimuksen havainnoinnissa niin, että oppilas ottaa huomioon turvallisuusnäkökohdat ja osaa kertoa havainnoistaan. Oppilas oppii kuvailemaan tehtyä tutkimusta ja sen tuloksia tutkimuksessa saatujen tietojen ja havaintojen avulla. Hyvää osaamista on, jos oppilas työskentelee paitsi turvallisesti, myös ohjeen tai suunnitelman mukaan yhteistyössä muiden kanssa. Arvosanan 8 kriteereihin kuuluu, että oppilas käsittelee ja esittää tutkimusten tuloksia, tekee johtopäätöksiä ja osaa antaa esimerkkejä tulosten oikeellisuuteen, luotettavuuteen ja tutkimusprosessin toimivuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Kemian kokeellisuus vaatii oppilaalta sosioemotionaalista kompetenssia (kts. luku 2.3.3), eli sekä sosiaalista että emotionaalista kyvykkyyttä: kokeellisia töitä tehdään ryhmässä, ja ne vaativat pitkäkestoista keskittymistä ja turvallinen työskentely vaatii rauhallista työskentelyotetta. Oppilaalla tulee olla riittävät itsesäätelytaidot, jotta hän pystyy säätämään tunteiden ilmaisuun ja käyttäytymiseen kokeellisen työskentelyn vaatimalla tavalla, sekä ohjata itseään kohti tavoitteita välittämättä häiriötekijöistä ja pysymään tarkkaavaisena. Toiminnanohjaus tarkoittaa niitä yksilön psyykkisiä prosesseja, jotka auttavat tilanteen vaatimusten mukaisessa ja päämääräsuuntautuneessa toiminnassa (Närhi & Virta, 2016). Toiminnanohjauksen kykyjä ovat muun muassa tilanteiden jäsentäminen, suunnitelmien tekeminen, suunnitelman mukaan toimiminen, toiminnan muuttaminen tarvittaessa, häiriötekijöiden vaikutuksen ehkäiseminen sekä työmuisti: nämä kaikki ovat tarvittavia taitoja kokeellisessa työskentelyssä. Alakoulun ympäristöopin tavoitteena on POPS2014:ssä (Opetushallitus, 2014) kirjattu, että vähimmillään oppilas työskentelee erilaisissa ryhmissä ohjatusti sekä pystyy nimeämään ohjatusti tunteiden ilmaisuun ja niiden säätelyyn liittyviä keinoja. Yläkoulussa nämä taidot kehittyvät kemian opiskelussa niin, että oppilas toteuttaa kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa.

Opetushallituksen (2021) raportissa opettajat esittivät kehitysideoita alakoulun ympäristöopin opetukseen: opetusta voitaisiin kehittää lisäämällä tietämystä kodin ja arjen kemiasta, tutustua

oman ympäristön kemiallisiin aineisiin, symboleihin ja varoitusmerkkeihin. Luonnontieteellistä ajattelua tulisi kehittää raportin mukaan niin, että tiedostetaan kemian olevan kaikkialla ja että tutkittua tietoa on arkistenkin asioiden taustalla. Konkreettisia toimia olisivat valmiit kokeilusarjat ja tutkimuspaketit sekä materiaalipankki kokeellisista työtavoista valmiine ohjeineen ja tuntisuunnitelmineen.

4.3.2 Valmiuksia kemian kolmen tason ymmärtämiseen ja mallintamiseen

Kemian tiedonalan osaamista täytyy alakoulussa kertyä POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan niin, että oppilas nimeää aineen kolme olomuotoa ja tunnistaa esimerkiksi veden olomuotoja eri tilanteissa. Oppilas luokittelee tai kuvailee aineita jonkin ominaisuuden perusteella ja osaa antaa esimerkkejä aineiden kierrätyksestä. Hyvän osaamisen (arvosana 8) taso on sellainen, että oppilas havainnoi, tutkii ja kuvailee olomuotoja ja tuttujen aineiden ominaisuuksia käyttäen kemian käsitteitä. Oppilas osaa kertoa, mitä tapahtuu kemiallisessa reaktiossa. Oppilas pystyy selittämään esimerkiksi veden olomuodon muutokset veden kiertokulussa sekä kierrättämisen periaatteita. Yläkoulussa harjaannutaan POPS2014:n arviointikriteerien mukaan tunnistamaan joitakin aineen ominaisuuksiin, rakenteeseen ja aineiden muutoksiin liittyviä käsitteitä ja ilmiöitä tutuissa tilanteissa. Hyvin osatessaan oppilas osaa käyttää aineen ominaisuuksien, rakenteiden ja aineiden muutosten keskeisiä käsitteitä, ilmiöitä ja malleja tutuissa tilanteissa.

Mallien käyttämistä harjoitellaan ympäristöopissa POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan niin, että kuudennen luokan päätteeksi oppilas tietää, että malli on todellisuuden yksinkertaistus. Oppilas nimeää ohjatusti jonkin annetun mallin keskeiset osat. Hyvää osaamista on, jos oppilas käyttää ja tekee malleja ihmisen, ympäristön ja niihin liittyvien ilmiöiden selittämiseen. Yläkoulussa tavoitteena on oppia, että malleja käytetään aineen rakenteen kuvaamisessa. Hyvin osaava oppilas osaa kuvata aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä erilaisilla malleilla. Oppilas osaa tällöin myös arvioida mallin suhdetta todellisuuteen.

Kemian tiedon kolmitasoisen luonteen ymmärtämiseen, mallintamisen ja abstraktien asioiden ymmärtämiseen opiskelijalta vaaditaan kognitiivista kompetenssia, johon kuuluvat muun muassa ajattelun taidot (kts. luku 2.3.1). POPS2014:ssä (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisena opetuksen tavoitteena on ajattelun taitojen kehittäminen: L1 ajattelu ja oppimaan oppiminen.

Vuosiluokilla 3-6 ajattelun taitoja harjoitellaan erityisesti vahvistamalla oppilaiden kysymisen taitoa, sekä itsenäistä ja ryhmässä tapahtuvaa vastausten hakemista havainnoiden, tietolähteiden ja apuvälineiden avustuksella. Oppilaat kehittyvät tunnistamaan erilaisia näkökulmia, löytämään uusia oivalluksia sekä harjaantuvat vähitellen asioiden kriittiseen tarkasteluun. Opiskelussa ohjataan asioiden välisten yhteyksien ja vuorovaikutussuhteiden sekä erilaisten tiedonrakentumistapojen huomaamiseen. Työskentelytapoja ovat POPS2014:ssa ongelmanratkaisu- ja päättelytehtävät sekä toiminnalliset uteliaisuutta, mielikuvitusta, kekseliäisyyttä hyödyntävät ja edistävät tavat. Oppilaita rohkaistaan luoviin ratkaisuihin, esittämään rohkeasti omia näkemyksiään ja kuuntelemaan toisten näkökulmia.

Yläkoulussa ajattelun taitojen oppimisessa POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) kuvataan olevan keskeistä itseensä ja näkemyksiinsä luottamisen lisääminen, ajatusten perusteleminen ja koulun ulkopuolelta hankitun tiedon soveltaminen. Oppilaille tarjotaan mahdollisuus harjaannuttaa havaintoherkkyyttään, hakea monipuolisesti tietoa sekä tarkastella asioita kriittisesti eri näkökulmista. Toisten näkemysten kunnioittaminen sekä vaihtoehtoisten ja luovien ratkaisujen löytäminen on tavoiteltavaa. Tiedon rakentumisen erilaisia tapoja tutkitaan edelleen, samoin edelleen kehitetään kuvittelukykyä uuden oivaltamiseen ja luomiseen, erilaisten näkökulmien yhdistelemiseen sekä uuden tiedon ja näkemyksen rakentamiseen. Ajattelun taitoja kehitetään yksin ja yhdessä tilanteissa, joissa tarvitaan ongelmanratkaisua, argumentointitaitoja, päättelyä ja johtopäätösten tekemistä sekä asioiden välisten vuorovaikutussuhteiden ja keskinäisten yhteyksien huomaamista ja siten systeemistä ajattelua.

Kemiassa ajattelun kehittyminen voidaan ajatella Bloomin taksonomian (Andersonin ja Krathwohlin 2001 uudistamassa versiossa) mukaan (katso tarkemmin luku 2.3.1) etenevän portaittain: tosiasioiden muistamisesta, ymmärtämisestä ja soveltamisesta edetään analysointiin (tosiasioiden hajottaminen osiin), luomaan uutta ja arvioimaan tietoa (Ikonen, 2001, s. 30, 46; Woolfolk, 2021, s. 613). Toisaalta Talanquer & Pollard (2010) esittävät nykyaikaiselle kemian tieteelle ajatusmallia: analysoi, tuota, muokkaa ja mallinna, jonka avulla opitaan kemiallista ajattelua ja ongelmanratkaisua (katso luku 4.2). Kemian oppimisessa vaaditaan asioiden ymmärtämistä, mutta myös ulkoa muistamista. Perusasioiden ymmärtämisen ja muistamisen jälkeen on mahdollista edetä soveltaviin, luovuutta vaativiin tehtäviin. Oppilaan tulee myös pystyä arvioimaan tulosten luotettavuutta kriittisesti.

4.3.3 Valmiuksia kemian kielen oppimiseen

Oppimisen ja ajattelun kehittymisen kannalta kieli on keskeistä (Opetushallitus, 2014). Kieli kuuluu kognitiiviseen kompetenssiin (kts. luku 2.3.1). Kielen yhteyttä oppimiseen käsitellään luvussa 2.3.4 ja kemian kieltä luvussa 3.4. Oppilaan kielelliset taidot kehittyvät koko elämän ajan, ja siihen vaikuttaa vahvasti ympäristö. Koulussa oppilaalta vaaditaan kielellistä osaamista niin vuorovaikutustilanteissa kuin kirjallisissa tehtävissä. Opetuksessa käytettävien oppimateriaalien hyödyntämiseen oppilas tarvitsee kielitaitoa ja opiskelutaitoja.

Kyrkkö (2017, s. 19-28) on tutkinut ympäristöopin ja kemian oppikirjoja ja hänen tutkimuksessaan kävi ilmi, että ympäristöopin ja kemian oppikirjoissa on selkeät erot. Kyrkön mukaan lukujen pituus kasvaa kuudennen luokan ympäristöopin yhden aukeaman mitasta seitsemännellä luokalla kemiassa kolmeen aukeamaan. Molemmissa kirjoissa käytetään lihavoitua tärkeiden termien korostamiseen. Hänen mukaansa molemmissa kirjoissa on paljon kuvia. Ympäristöopin kirjassa niitä on enemmän kuin kemian kirjassa, ja ne havainnollistavat aihetta arkisesta näkökulmasta. Kemian kirjassa kuvat sisältävät lisäksi malleja ja symboleja. Opiskelija siis tarvitsee oppikirjan käyttämiseen lukutaitoa, monilukutaitoa, riittävää sanavarastoa ja luku- ja opiskelustrategiaa.

Lukutaito on koko elämän ajan kehittyvä avaintaito (Euroopan komissio, 2018, kts. luku 2.1). Lukutaidon kehittäminen on kaikkien oppiaineiden tehtävä, ei pelkästään äidinkielen (Taalas ym., 2007, s. 76-77). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) 9. luokan päättöarvioinnissa arvosanaan 5 tarvitaan lukutaitoa niin, että osaa käyttää jotakin yksinkertaista tekstinymmärtämisen strategiaa. Alakoulusta päästessään oppilaan täytyy vähintään pystyä lukemaan rakenteeltaan ja kieleltään yksinkertaisia tekstejä hitaasti.

Lukeminen ja kirjoittaminen ovat toisiaan tukevia taitoja, jotka kehittyvät interaktiivisessa prosessissa (Annenbergin säätiö, 2023). Kirjoittamistaidon vaatimuksena peruskoulussa on, että osaa kirjoittaa yksinkertaisen viestin, josta saa selvää (Opetushallitus, 2014). 6. luokan lopuksi täytyy vähintään satunnaisesti osata käyttää lopetusmerkkejä ja isoa alkukirjainta virkkeen alussa ja erisnimissä. 9. luokalta päästessään tässä pitää olla kehittynyt niin, että käyttää lopetusmerkkejä ja isoa alkukirjainta pääosin oikein.

POPS2014:ssa laaja-alaisena tavoitteena on monilukutaito (kts. luku 2.3.4). Monilukutaito harjaantuu ympäristöopissa oppilaiden hankkiessa, käsitellessä, tuottaessa, esittäessä, arvioidessa ja arvottaessa tietoa erilaisissa tilanteissa (Opetushallitus, 2014). Ympäristöopissa tutkitaan, selitetään, pohditaan, havainnoidaan, nimetään, käsitteellistetään ja kuvaillaan. Oppilaat voivat ilmaista osaamistaan kirjoitetun tekstin sijaan myös toimintana ja muuna ilmaisuna osana arviointia. Sisällön lisäksi arvioidaan olennaisen hahmottamista, tiedonhakua ja ilmaisun selkeyttä. Nämä kaikki pitävät sisällään monilukutaitoa. Monilukutaitoon liittyy multimodaalisuus eli tekstien monimuotoisuus: luonnontieteissä tekstit ovat hyvin multimodaalisia, esimerkiksi kemiassa käytetään paljon malleja havainnollistamiseen ja lisäksi kemialle on ominaista symbolikieli (Vartiainen, 2022).

Käsitteiden käytössä alakoulun päätteeksi oppilas tunnistaa POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan joitakin ympäristöopin tiedonalojen käsitteitä ja osaa yhdistää niitä ympäristöön, ihmisen toimintaan ja niihin liittyviin ilmiöihin. Hyvää osaamista on, jos oppilas kuvailee ympäristöä, ihmisen toimintaa ja niihin liittyviä ilmiöitä ympäristöopin tiedonalojen keskeisillä käsitteillä. Oppilas myös yhdistää käsitteitä loogisesti toisiinsa. Kyrkön (2017) mukaan kemian kirjassa käytetään heti ensimmäisestä sivusta lähtien kemian oikeita termejä ja työvälineiden virallisia nimiä. Asiassa edetään nopeasti käsittelemään aineita ja niiden seoksia. Uusia sanoja tulee siis oppilaalle valtava määrä. Yläkoulussa oppilaan taidot karttavat arviointikriteerien mukaan niin, että hän osaa vähintään selittää kemian ilmiöitä käyttäen joitakin kemian käsitteitä (Opetushallitus, 2014). Hyvää osaamista on, jos oppilas selittää kemian ilmiöitä käyttäen kemian keskeisiä käsitteitä. Oppilas osaa tällöin myös yhdistää toisiinsa ilmiön, siihen liittyvät ominaisuudet ja käsitteet.

Opetushallituksen (2021) raportista käy ilmi, että yläkoulun opettajien mielestä yläkouluun siirtyvät oppilaat osaavat alakoulun ympäristöopin sisällöllisiä tavoitteita vaihtelevasti. Syyksi tähän nostettiin opetussuunnitelman tulkinnallisuus: opetussuunnitelman sisältöä tulisi täsmentää esimerkiksi listaamalla eri sisältöalueiden keskeisimmät käsitteet. Tällä tavoin yläkoulun opettajat voisivat tukeutua opetuksessaan enemmän oppilaiden alakoulussa saamiin pohjatietoihin ja -taitoihin. Raportin mukaan alakoulussa erityisesti peruskäsitteiden hallintaan tulisi panostaa ja lisätä kokeellista työskentelyä.

Kuudennen luokan aiheita ovat Kyrkön (2017, s. 19-28) analyysin mukaan vaikuttaminen omassa ympäristössä, matkalle maailmaan, me nuoret, energiaa auringosta, kasvien kasvu ja

lisääntyminen, ja yhteinen maailmamme. Seitsemännellä luokalla opiskeltavia asioita ovat työturvallisuuden lisäksi alkuaineet, veden ja ilman kemia sekä palaminen ja paloturvallisuus. Seitsemännen luokan asiat ovat selvästi kuudennen luokan sisältöjä haastavampia, monimutkaisempia, ja vaativat jopa ulkoa opettelua. Jos haluamme lasten kehittyvän käsitteiden ymmärtämisessä, mikä auttaa heitä ymmärtämään uusia kokemuksia, lisäämään tietoisuutta omasta oppimisestaan ja kehittämään kykyään jatkuvaan oppimiseen, ei voida ajatella pelkästään tiedon ja kyvyn lisäämistä (Harlen, 2006, s. 7). Sen sijaan pitää keskittyä tiedon tuottamiseen. Tähän tarvitaan oppimaan oppimisen taitoja (kts. luku 2.3.5).

Opetushallituksen (2021) selvityksessä nousi esiin alakoulun ja yläkoulun opettajien välinen tietokatkos: opettajat eivät tiedä, mitä nivelvaiheen eri puolilla opetetaan. Yläkoulussa ei siis tiedetä, millaisia pohjatietoja yläkouluun siirtyvältä on mahdollista odottaa. Yläkoulun opettajat toivoivat Opetushallituksen selvityksessä infopakettia alakoulun ympäristöopista opettamansa aineen osalta, jolla voitaisiin kerrata alakoulussa opittua. Opetussuunnitelman tueksi kaivattiin tiivistelmää oleellisista käsitteistä, jotka tulisi osata kuudennen luokan päätteeksi. Myös ala- ja yläkoulun opettajien välisiä keskustelutilaisuuksia toivottiin.

4.4 Nivelvaiheessa seitsemäsluokkalaisena

Seitsemäsluokkalaisen elämässä tapahtuu monia muutoksia. Esimerkiksi yläkoulu voi olla eri paikassa kuin alakoulu ja tuttu alakoulun ryhmä vaihtuu yläkoulussa täysin uuteen. Kavereiden merkitys juuri tässä iässä on suuri ja porukkaan kuuluminen on tärkeää. Luokanopettaja ei ole enää päävastuussa opetuksesta, vaan lähes jokaisessa aineessa on eri aineenopettaja. Oppilaalta odotetaan enemmän itsenäisyyttä omien asioiden hoitamisessa. Lisäksi murrosikä vaikuttaa tuomalla fyysisiä ja psyykkisiä muutoksia. Kemian aloitus on tämän kaiken keskellä vain yksi pieni muutos.

4.4.1 Siirtyminen alakoulusta yläkouluun

Vehmanen (2020) on tutkimuksessaan perehtynyt nivelvaiheeseen alakoulusta yläkouluun. Hän toteaa alakoulusta yläkouluun siirtymisen ajoittuvan samaan aikaan murrosiän psyykkisten ja fyysisten muutosten kanssa sekä nuoren persoonallisuuden kehityksen kanssa. Oppilaan

minäkuva muotoutuu murrosiän muutoksissa, mutta siihen voivat myös vaikuttaa ulkoiset sosiaaliset paineet. Hän listaa alakoulusta yläkouluun siirryttäessä vaihtuvia asioita: opettajat, luokkakaverit, kouluympäristö, koulun säännöt, koulumatka ja koulupäivien pituus sekä läksyjen määrä. Myös opetustapa muuttuu, koska luokanopettaja vaihtuu aineenopettajiin, joiden opetustyyli voi vaihdella.

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) koulun merkityksestä murrosikäiselle on kirjattu niin, että koulu voi parhaimmillaan tarjota murrosikäiselle nuorelle merkityksellisen yhteisön, joka tukee oppilaan kehitystä. Oppilaan itsetuntoa on tärkeä vahvistaa onnistumisen kokemuksia tarjoamalla. Omien vahvuuksien löytämistä ja realististen kehittymistarpeiden havainnoimista tuetaan. POPS2014:ssa on kirjattu tärkeänä 6. ja 7. luokkien välissä olevan siirtymävaiheen aikana kodin ja koulun yhteistyö ja se, että oppilaan turvallisuuden tunne mahdollistuu ja häntä rohkaistaan uusien asioiden kohtaamiseen. Yläkoulussa ohjataan ja tuetaan oppilaita heidän voimakkaiden kehitysvuosien aikana, huolehditaan perusopetuksen oppimäärän opiskelun loppuunsaattamisesta ja kannustetaan kaikkia oppilaita opintojen jatkamiseen.

Kuten Kyrkön (2017) oppikirja-analyysistä kävi ilmi, oppikirjojen teksti ja sisällöt vaikeutuvat yläkoulussa alakouluun verrattuna. Opiskelijalta odotetaan myös enemmän itseohjautuvuutta, kun luokanopettaja ei enää huolehdi koulutyön kokonaisuudesta. Voidaan todeta, että opiskelijalta vaaditaan yläkoulussa oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja laajemmin alakouluun verrattuna. Kyrkkö (2017) toteaa, että tutkimuksissa on todettu oppilaiden koulumenestysten laskevan alakoulun ja yläkoulun siirtymävaiheessa. Myös asenne ja menestyminen luonnontieteissä yleensä heikkenee. Hänen mukaansa opiskelutekniikoiden opetusta pitäisi tehostaa, jotta oppilailla olisi toimivia tapoja päästä kiinni opintoihin heti alusta alkaen.

4.4.2 Aivojen muutokset

Woolfolkin (2021) mukaan peruskouluvuosina aivot kasvavat ja aivojen eri osat verkottuvat luomalla uusia yhteyksiä. Nämä yhteydet mahdollistavat tunteiden ja ajattelun kehittymisen. Nuoruusiässä aivojen muutokset lisäävät oman käyttäytymisen hallintaan liittyvää kykyä, keskittymiskyky paranee lapsuuteen verrattuna ja oppilas kykenee paremmin säätelemään käyttäytymistään. Hänen mukaansa nämä kyvyt kuitenkin kehittyvät aina 20-vuotiaaksi asti.

Siksi nuorilla voi olla vaikeuksia hallita impulsseja ja välttää riskejä. Hän toteaa, että limbisen järjestelmän kypsymisen vuoksi nuoret ovat herkkiä nautinnon etsimisessä ja emotionaaliseen stimulaatioon tarvitsevat voimakkaampia ärsykeitä: riskien ottaminen ja jännityksen etsiminen on siksi luonnollista nuorelle. Etuaivolohkon kypsyminen vasta murrosiän loppupuolella mahdollistaa varovaisuuden ja seurauksien arvioimisen kehittymisen.

Kemian kokeellisten töiden tekeminen vaatii rauhallista työskentelyotetta, jotta työturvallisuus voidaan taata. Nuorella voi olla haasteita säädellä käyttäytymistään kokeellisten töiden aikana luonnollisen aivojen kasvamisesta johtuvan kehityksen vuoksi. Yläkoululaiselta kuitenkin odotetaan itsehillintään ja yhteistyöhön liittyviä taitoja, ja ne ovat tärkeitä koulumenestyksen kannalta (Lynne Lane ym., 2003). Oppilaan tulisi pystyä noudattamaan ohjeita ja hillitsemään itseään ristiriitatilanteissa.

4.4.3 Muutokset motivaatiossa

Kyrkön (2017) tutkimuksen perusteella 6. luokan oppilaiden odotukset kemiaa kohtaan painottuivat kokeellisten töiden tekemään pääsemiseen ja räjähdysten kokemiseen. Opettajien mielestä oppilaat suhtautuivat myönteisesti tulevaa kemian opiskelua kohtaan ja pitivät kemian opiskelusta yläkoulussa. Kuitenkin TIMSS 2019 -tutkimuksessa 41 % suomalaisista 8.-luokkalaisista ilmoitti, että ei pidä kemian opiskelusta (Vettenranta ym., 2020).

Motivaatio on yksi oppimisvalmiuksien osatekijöistä ja vaikuttaa merkittävästi oppimistuloksiin. Luonnontieteiden opetuksessa täytyy kiinnittää huomiota kiinnostuksen syntyyn ja säilymiseen, ja hyödyntää oppilaiden omia, yksilöllisiäkin kiinnostuksen kohteita (Pulkkinen ym., 2018).

Lähes 50 vuoden aikana tehdyn tutkimuksen perusteella on selvää, että laboratoriotyöskentelyllä on merkittävä vaikutus opiskelijoiden asenteiden muokkaamiseen ja parantamiseen kemiaa kohtaan (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Salta ja Koulougliotis (2012) toteavat, että monitieteinen opetusmenetelmä esimerkiksi ilmiölähtöinen opetus, jossa ratkaistaan tiettyä ongelmaa tai tarkastellaan tiettyä aihetta yli ainerajojen voi myös toimia motivaatiota lisäävänä opiskelutapana. Heidän mukaansa opetusvälineistä tieto- ja viestintätekniikkaan (TVT) perustuvien sovelluksien käytön on osoitettu lisäävän

yläkoululaisten motivaatiota kemian opiskeluun. Esimerkiksi abstraktit kemian ilmiöt voidaan esittää sovelluksien avulla (mallinnus, simulaatiot ja visualisointityökalut). Lisäksi epävirallinen oppimateriaali ja toiminta esimerkiksi tiedelehtien artikkelien lukeminen ja vierailukäynnit esimerkiksi museoon voivat vaikuttaa myönteisen asenteen syntymiseen kemian opiskelua kohtaan.

Murrosikä merkitsee seksuaalisen kypsytyden alkua, ja siihen liittyy sarja koko kehoa koskevia muutoksia (Woolfolk, 2021). Voidaan todeta, että yläkoululaisten elämässä tapahtuu niin paljon muutoksia, että koulun kiinnostavuuden ja merkityksellisyyden kokemuksen lasku on luonnollista. Vettenranta ja kollegat (2020) toteavat, että motivaatioon vaikuttaa yksilön tapausuhtautua oppimiseen, varhaislapsuuden oppimiskokemukset ja niistä saatu palaute, vanhemmat, aikuiset, opettajat ja ikätoverit. He painottavat opettajan tehtävää motivaation kehittämisessä ja ylläpidossa, mutta toteavat, että ikätovereiden merkitys motivaatioon kasvaa nuoruudessa.

4.4.4 Muutokset unessa ja ravitsemustottumuksissa

Neurologiset muutokset vaikuttavat myös nuoren uneen: teini-ikäiset tarvitsevat noin yhdeksän tuntia unta yössä, mutta nukahtaminen ennen puolta yötä on vaikeaa biologisen unirytmien muuttuessa (Woolfolk, 2021). Koulun alkamisaika on kuitenkin aikaisin, ja tästä seuraa jatkuva univajeessa eläminen. Se vaikuttaa muistiin, ja sitä kautta myös oppiminen heikkenee. TIMSS 2019-tutkimuksessa suomalaisoppilaista noin puolet vastasi olevansa joskus väsynyt ja noin puolet kertoi olevansa väsynyt lähes joka päivä tai joka päivä saapuessaan kouluun (Vettenranta ym., 2020). Väsymyksen yhteys osaamiseen on Suomessa vahvempi kuin muissa tutkimukseen osallistuneissa maissa.

Oppilaat jättävät aamupalan usein kiireessä väliin (Woolfolk, 2021). Vettenrannan ja kollegoiden (2020) mukaan noin 40 prosenttia suomalaisista 8. ja 9. luokan oppilaista ei syö aamupalaa joka arkiamu. Heidän mukaansa TIMSS 2019-tutkimuksessa keskimäärin 80 prosenttia oppilaista koki olevansa vähintään joskus, jopa joka päivä, nälkäinen kouluun tullessaan. Suomen kouluissa tarjottava ilmainen kouluruoka ei korjaa oppilaiden ravitsemuspuutteita, vaan myös kotona on huolehdittava nuorten riittävästä ravinnon, kuten myös unen saannista. Kuten luvussa 2.3 todetaan, oppimisvalmiuksiin vaikuttaa oppijan

terveydentila, joka koostuu fyysisestä, psyykkisestä, sosiaalisesta, emotionaalista ja hengellisestä terveydestä (Hämälä, 2021). Terveyden ja hyvinvoinnin tärkeimpiä osatekijöitä ovat muun muassa riittävä uni ja lepo sekä säännöllinen ja terveellinen syöminen. Koulun tulee edistää nuoren terveyttä, mutta kodilla on myös vastuunsa.

4.4.5 Kielelliset vaikeudet

TIMSS 2019 -tutkimus arvioi 8.-luokkalaisten luonnontieteiden osaamista. Vettenranta ja kollegat (2020) toteavat, että Suomen 8.-luokkalaiset sijoittuivat tutkimuksessa viidennelle sijalle. Heidän mukaansa kärkimaista Suomi oli ainoa, jonka pisteet olivat merkittävästi laskeneet edellisestä tutkimuksesta. Tyttöjen osaaminen oli testissä merkittävästi parempaa kuin poikien, erityisesti biologian ja kemian osa-alueissa. Heidän mukaansa myös PISA-tuloksissa heikosti luonnontieteitä osaavista kaksi kolmasosaa on poikia, ja heikoista lukijoista kolme neljäsosaa on poikia. He toteavat, että matematiikan tuloksiin nähden luonnontieteiden osaamisen lasku on suurempi. Tämän perusteella luonnontieteiden tulosten heikentyminen voisi johtua lukutaidon heikkenemisestä, huomioiden sen, että luonnontieteelliset oppiaineet ovat enemmän lukemista vaativia kuin matematiikka. He toteavat, että korkeasti koulutettujen vanhempien lapset menestyivät selvästi muita oppilaita paremmin sekä matematiikassa että luonnontieteissä, kun taas maahanmuuttajataustaisten oppilaiden pistemäärät sekä matematiikassa että luonnontieteissä olivat selvästi alhaisempia kuin kantaväestön oppilaiden.

Nuoruusiässä kielellisiä vaikeuksia voi olla Pärkön (2015) mukaan esimerkiksi kielen ymmärtämisessä, kielellisessä päättelyssä ja käsitteiden ymmärtämisessä. Nämä vaikeudet voivat näyttäytyä moninaisina ongelmia, ja niitä voi olla vaikea tunnistaa. Pärkön mukaan kielihäiriöisillä nuorilla on usein vaikeuksia lukemisessa ja kirjoittamisessa, mutta myös vieraisissa kielissä, matematiikassa, liikunnassa, keskittymiskyvyssä ja havaintotoiminnoissa. Kielelliset vaikeudet voivat peittyä nuoruusiässä tunne-elämän vaikeuksien taakse ja vaikeuttaa kaverisuhteita. Hänen mukaansa oppilaan tukeminen omien vahvuuksien löytämiseen ja onnistumisen kokemukseen on tärkeää, jotta oppimisen ilo ja halu löytyy. Lukemisen ja kirjoittamisen perustaidot on tavallisesti opittu jo alakoulussa, mutta kielihäiriöisillä lapsilla tekninen luku- ja kirjoitustaito tuottavat ongelmia. Hän korostaa, että lukutaito kuitenkin kehittyy järjestelmällisellä ohjauksella. Nuoren motivointi lukuharjoituksiin voi olla haasteellista, ja onkin syytä huomioida oppijoiden omat kiinnostuksen kohteet. Hänen

mukaansa vaaditaan erityistä tilannetajua, herkkyyttä ja joustavaa ajattelua, jotta harjoittelu saadaan mielekkääksi oppilaalle. Luetun ymmärtämisen vaikeudet ovat vaikeasti tunnistettavissa, ja niihin pitäisi päästä puuttumaan ajoissa, koska lukutottumusten muuttaminen voi olla vaikeaa. Kaiken kaikkiaan hän painottaa, että kielellisiä taitoja tulee kehittää mahdollisimman monipuolisesti yksilöllisistä lähtökohdista huomioiden. Selkeät toimintatavat, toistot ja tavoitteiden näkyväksi tekeminen ovat tärkeitä.

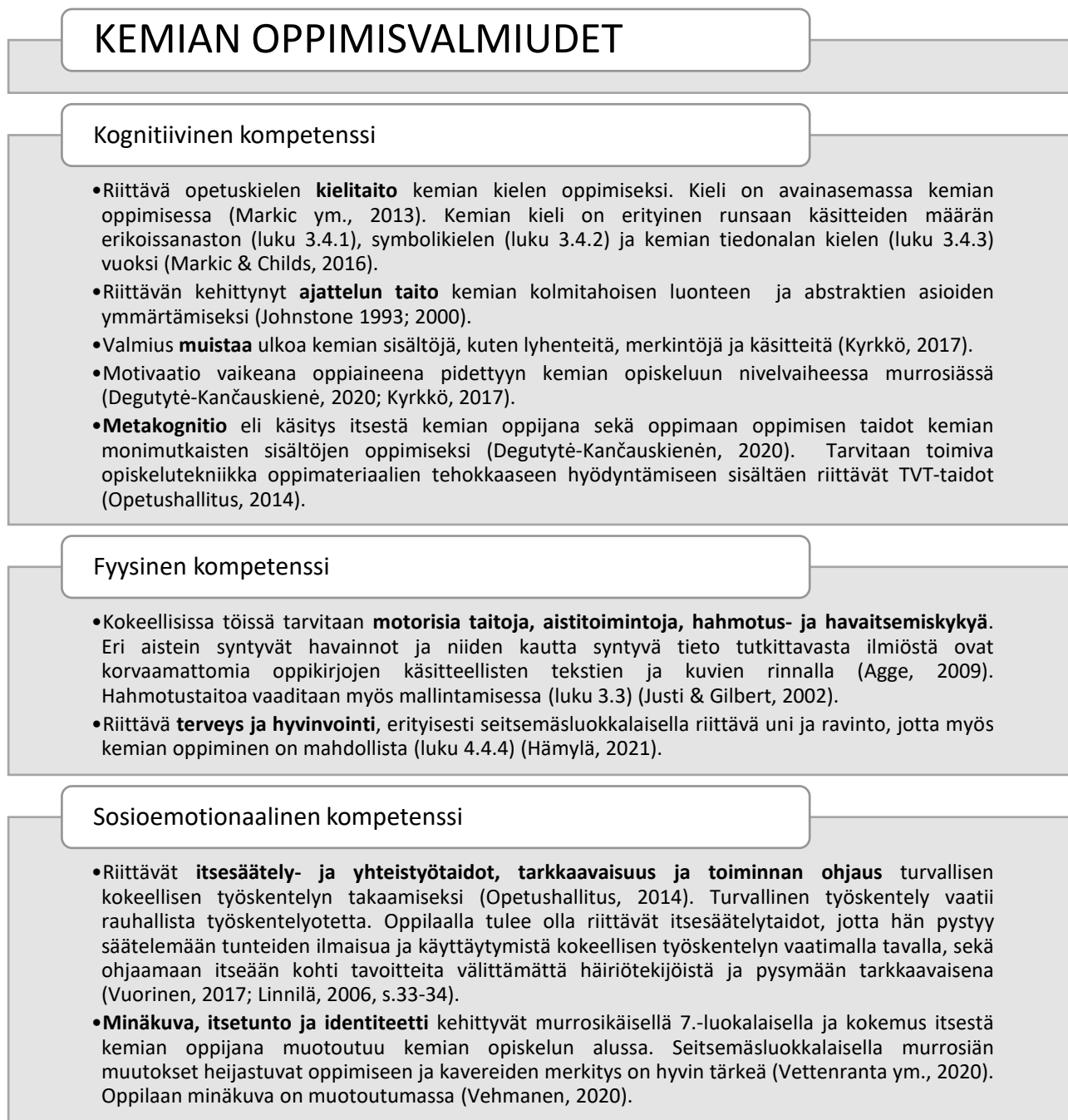
Yhteenvedona voidaan todeta, että seitsemäsluokkalaisten elämässä on meneillään paljon asioita. Tärkeän minäkuvan kehittymisen kanssa samaan aikaan koulussa vaaditaan enemmän itseohjautuvuutta ja oppimaan oppimisen taitoja. Murrosiässä koulu ei tunnu moneenkaan mielestä kiinnostavalta. Opettajan täytyy panostaa kemian kiinnostavuuden lisäämiseen ja huomioida ikätovereiden merkitys oppilaan oppimiseen vaikuttavana tekijänä.

Nuoren väsymys ja aliravitsemus ovat todellisia opiskelua heikentäviä tekijöitä, ja näihin tulisi saada tukea moniammatillisen yhteistyön kautta ainakin terveydenhoitajan avulla. On tärkeä informoida vanhempia siitä, että nuori tarvitsee rajoja ja huolehtimista jaksakseen koulussa.

Alakoulussa on tärkeää panostaa oppilaiden riittävään lukutaitoon. Tukea tarvitsevat eivät saa jäädä yläkoululle siirtymisen jälkeen ilman tukea. Opettajien olisi hyvä tehdä yhteistyötä niin, kemianopettaja olisi myös tietoinen oppilaan kielellisistä haasteista, jotta pystyisi ottamaan ne kemian kielen opetuksessa huomioon. Opettajien tulisi tehdä yhteistyötä oppilaan kielellisten taitojen kehittämiseksi. Tässä myös erityisopettaja on tärkeä henkilö, joka osaa suositella käytännön toimintatapoja.

4.5 Yhteenvedo kemian oppimisvalmiuksista

Luvussa 2.3 on esitetty oppimisvalmiuden osatekijät. Luvussa 3 on esitetty kemiaoppiaineen erityispiirteet. Luvussa 4 on käsitelty oppilaiden elämänvaihetta seitsemäsluokkalaisena, kun kemian opiskelu alkaa. Näiden pohjalta on johdettu koonti kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä. Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät ovat esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Kemian oppimisvalmiudet koostettuna yleisten oppimisvalmiuksien osatekijöiden, kemiaoppiaineen erityispiirteiden ja seitsemäsluokkalaisen elämäntilanteen pohjalta.

5 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli löytää kemian oppimisen alkuvaiheen haasteita, joihin voitaisiin jo alakoulun opetuksessa keskittyä. Näin voitaisiin tukea oppilaiden vahvojen kemian oppimisvalmiuksien rakentumista ja sitä kautta sujuvoittaa kemian opiskelun aloittamista. Tutkimuksessa selvitettiin oppilaiden kokemuksia kemian opiskelun aloittamisesta. Erityisesti kemian kielen oppimisen haasteita pyrittiin selvittämään. Kyselyyn vastasivat 8.-luokkalaiset, koska he ovat viimeisimpänä 7. luokan kemian opiskelleet. Oppilaiden vastauksia verrattiin opettajien käsityksiin. Tämän tutkimuksen hypoteesina oli, että kemian oppimisen haasteet liittyvät käsitteiden ymmärtämiseen ja abstraktiin ajatteluun.

Tutkimusongelma tässä tutkimuksessa oli:

Miten 7.-luokkalaiset saisivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun?

Tämän tutkimusongelman pohjalta muotoiltiin seuraavat **tutkimuskysymykset**:

1. Mitä ovat kemian oppimisvalmiudet?
2. Millaiset valmiudet 7.-luokkalaisilla on kemian oppimiseen?
 - Mitkä asiat ovat haastavia kemian aloituksessa ja mistä haasteet johtuvat?
3. Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen?
 - Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?
4. Mitä haasteita liittyy kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon?
 - Miten kemian kielen oppimishaasteissa voidaan tukea?

Kirjallisuusosiossa tutkimuskysymyksiä on käsitelty niin, että kysymykseen 1 määriteltiin kemian oppimisvalmiudet yleisten oppimisvalmiuden määritelmien, kemiaoppiaineen erityispiirteiden ja 7.-luokkalaisen elämänvaiheen pohjalta. Kysymykseen 2 haettiin tietoa aiemmista nivelvaiheen ja kemian oppimisen tutkimuksista. Kysymykseen 3 perehdyttiin POPS2014:n tavoitteiden ja sisältöjen kautta (sekä laaja-alaisten, ympäristöopin että kemian) (Opetushallitus, 2014). Kysymystä 4 sivuttiin kirjallisuusosassa kuvaamalla kemian kielen

erityispiirteitä ja yleisiä kielen oppimisen huomioita sekä käsittelemällä kielitietoista kemian opetusta.

Tutkimusosassa tavoitteena oli saada vastauksia tutkimuskysymyksiin kirjallisuudesta löytyneiden tietojen lisäksi. Tutkimusongelman pohjalta tutkimuskohteeksi muotoutui kemian oppimisvalmiuksien rakentuminen ja tukeminen. Erityisesti tässä tutkimuksessa kiinnostivat kemian kielen oppimiseen liittyvät haasteet ja niissä tukeminen ottaen huomioon viimeaikaiset laskusuuntaiset tulokset suomalaisoppilaiden lukutaidosta (kts. luku 2.3.4). Tavoitteena oli selvittää, millaiset ovat 6.-luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet, joilla kemian kielen opiskelu aloitetaan ja mitä haasteita 7. luokalla kohdataan kemian kielen oppimiseen liittyen. Tavoitteena oli löytää keinoja, miten kemian oppimisen haasteissa voitaisiin auttaa jo alakoulussa ja toisaalta mitä voidaan tehdä kemian opetuksen alussa 7. luokalla kemian kielen oppimisen tukemiseksi. Tutkimusosassa vastauksia haettiin oppilaiden ja opettajien näkemyksistä ja kokemuksista.

Tutkimusosassa kemian oppimisvalmiuksien määritelmää (tutkimuskysymys 1) pyrittiin vahvistamaan monivalintakysymyksillä oppilaille ja opettajille. Oppilaat ja opettajat myös arvioivat, kuinka hyvin eri taidot osataan, eli haettiin vastausta tutkimuskysymykseen 2. Lisäksi kemian oppimisen haasteita kysyttiin avoimilla kysymyksillä oppilailta ja opettajilta.

Kysymyksiin 3 ja 4 haettiin vastausta avoimilla kysymyksillä erityisesti kemianopettajilta ja 8.-luokkalaisilta. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan tietoa siitä, mitä kemianopettajat toivoivat, että aloittavat 7.-luokkalaiset osaisivat paremmin, ts. mitä alakoulussa pitäisi tehdä kemian oppimisen eteen. Alakoulun opettajilta toivottiin vastausta siihen, miten he opettavat ja ajattelevat kemian kielen oppimiseen vaadittavista taidoista, miten harjoituttavat käsitteiden oppimista, ja mitä ajattelevat oppilaistaan ja heidän oppimisvalmiuksistaan, kun oppilaat siirtyvät alakoulusta yläkouluun.

6 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä tässä tutkimuksessa käytettiin seuraavia menetelmiä: tutkimusaineiston hankinnassa kyselytutkimusta, sen analysoinnissa tilastollista analyysia ja laadullista sisällönanalyysia. Menetelmien toteutus ja tehdyt valinnat on perusteltu seuraavassa.

6.1 Kyselytutkimus

Tutkimusaineisto hankittiin kyselytutkimuksella syyskuussa 2023. Hirsjärven ja kollegoiden (2003, s. 184) mukaan kyselytutkimus mahdollistaa laajan aineiston keräämisen nopeasti ja lyhyellä aikavälillä. Heidän mukaansa kyselytutkimuksella voidaan kerätä tietoa käyttäytymisestä, toiminnasta ja erilaisista käsityksistä. Kuitenkin kyselylomakkeen laatiminen täytyy tehdä huolellisesti, jotta vastaaminen olisi sujuvaa.

Tutkimusaineiston keräämiseksi harkittiin myös haastattelututkimusta. Tässä erityisesti kemianopettajien haastattelun tulokset kiinnostivat. Lopulta päädyttiin kuitenkin kyselylomakkeeseen ja huolellisesti mietittyihin avoimiin kysymyksiin, joilla uskottiin saatavan riittävä näkemys kemianopettajilta. Haastattelun ei uskottu tuovat oleellista lisäarvoa tuloksiin. Myös aikataulullisista syistä haastattelua ei toteutettu.

Kyselylomakkeiden kysymykset valittiin kirjallisuusosasta nousseiden huomioiden ja tutkimuskysymysten pohjalta. Monivalintakysymykset valittiin niin, että kirjallisuuden pohjalta löytyneisiin kemian oppimisvalmiuksien osatekijöihin saatiin mahdollisimman laajasti vastauksia. Tässä rajattiin kuitenkin oppimisvalmiuksien osatekijöistä kyselyn ulkopuolelle terveys, temperamentti, minäkuva, itsetunto ja identiteetti, jotta lomake ei olisi liian laaja. Kysymykset kohdennettiin nimenomaan kemian kielen oppimisvalmiuksiin, sillä oppimisvalmiudet ovat hyvin laaja käsite, eikä kaikkia osatekijöitä ole mahdollista tutkia yhdessä pro gradu -tutkielmassa, jotta työ ei paisuisi liian laajaksi.

Kysymyksissä haluttiin vastausta erityisesti tutkimuskysymykseen 4. ”Mitä haasteita kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon liittyy?”. Painotettiin siis kemian kielen oppimisen valmiuksia. Lomakkeella kysyttiin oppimisvalmiuksien osatekijöistä kielelliset valmiudet, ajattelun taidot, muisti, motivaatio,

metakognitio, motoriikka ja aistitoiminnot, itsesäätelytaidot, tunteet (sosiaaliset taidot), tarkkaavaisuus ja toiminnan ohjaus. Taulukossa 1 on esitetty, mihin kemian oppimisvalmiuden osatekijään pyrittiin saamaan vastaus kullakin lomakkeen kysymyksellä. Täytyy muistaa, että oppimisvalmiuden osatekijät eivät ole tarkkarajaisia, vaan usein päällekkäisiä (Linnilä, 2006). Esimerkiksi tutkimuksen tekemisen taidot vaativat usean osa-alueen valmiuksia.

Taulukko 1. Monivalintakyselyn rakentaminen

Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Kemian oppimiseen tarvittavat taidot 7.-luokkalaisella	
Kielelliset valmiudet	lukutaito	osaa lukea kemian kirjan luvun itsenäisesti
Kielelliset valmiudet		löytää luvusta tärkeät asiat
Kielelliset valmiudet		ymmärtää lukemansa
Metakognitio		käyttää lukustrategiaa
Metakognitio		pohtii tekstin luotettavuutta
Ajattelun taidot, kielelliset valmiudet	käsitteiden oppiminen	ymmärtää uudet kemian sanat tai käsitteet
Muisti		muistaa uudet sanat tai käsitteet
Metakognitio		selvittää mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat
Metakognitio		käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen
Kielelliset valmiudet, aistitoiminnot	monilukutaito	osaa tulkita kuvia kemiassa
Kielelliset valmiudet, aistitoiminnot		osaa tulkita kuvaajia ja taulukoita
Kielelliset valmiudet		osaa käyttää kemian merkkejä ja symboleja
Ajattelun taidot	abstrakti ajattelu ja mallintaminen	ymmärtää kemian abstrakteja asioita
Ajattelun taidot		ymmärtää mallien tarkoituksen
Metakognitio		osaa käyttää malleja kuvaamaan asioita
Motoriikka, aistitoiminnot		hahmottaa kolmiulotteisia kuvia
Metakognitio, motoriikka, aistitoiminnot, itsesäätelytaidot, toiminnanohjaus	tutkimuksen tekemisen taidot	osaa suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia
Metakognitio, kielelliset valmiudet		osaa muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta
Kielelliset valmiudet		osaa käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia
Metakognitio, ajattelun taidot		pohtii tulosten luotettavuutta
Toiminnanohjaus	toiminnanohjaus	noudattaa ohjeita kemian tunnilla
Kielelliset valmiudet, ajattelun taidot		ymmärtää kirjallisia ohjeita
Kielelliset valmiudet, ajattelun taidot		ymmärtää suullisia ohjeita
Metakognitio, itsesäätelytaidot		pystyy opiskelemaan itsenäisesti esim poissaollessa
Tarkkaavaisuus, itsesäätelytaidot		suuntaa tekemisen aiheeseen
Itsesäätelytaidot, sosiaaliset taidot		kysyy opettajalta, jos ei ymmärrä
Motivaatio, metakognitio	motivaatio	haluaa ymmärtää kemian ilmiöitä
Motivaatio		on motivoitunut kemian opiskeluun

Kyselyssä pyydettiin arvioimaan, onko taito oleellinen kemian oppimisessa: Monivalintavaihtoehdoissa kohta 6: ”ei ole oleellista kemian oppimisessa” tarkoittaa sitä, että taito ei kuulu kemian oppimisvalmiuksiin vastaajan mielestä. Yläkoulun oppilailla kohta 6 oli muotoiltu ”en ole käyttänyt kemian oppimisessa” ja alakoulun oppilailla ”en ole harjoitellut

lainkaan”. Vastaajien tuli arvioida, kuinka hyvin keskimäärin taito osataan asteikolla 1-5: 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti, 4 = osataan hyvin, 5 = osataan erinomaisesti. Oppilaiden kyselyissä oli myös osio, jossa kysyttiin oppilaiden mielipiteitä. Näiden monivalintakysymysten asteikko oli 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä.

Kyselylomakkeita tehtiin neljä kappaletta Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, jokaiselle tutkittavalle ryhmälle omansa: yläkoulun kemian aineenopettajille (Liite 1 Kyselylomake yläkoulun kemianopettajat), alakoulun luokanopettajille (Liite 2 Kyselylomake alakoulun opettajat), 8.-luokkalaisille oppilaille (Liite 3 Kyselylomake 8. luokka), 6.-luokkalaisille oppilaille (Liite 4 Kyselylomake 6. luokka). Oppilaille valmistettiin paperinen kyselylomake, mutta opettajien lomakkeet siirrettiin GoogleForms-lomakkeiksi sähköiseen muotoon.

Kaikki lomakkeet noudattivat samaa kaavaa: ensin monivalintakysymykset ja lopuksi avoimet kysymykset. Monivalintakysymysten runko oli lähes sama kaikissa neljässä kyselyssä ja niitä muotoiltiin vain hieman vastaajaryhmä huomioiden. Avoimet kysymykset suunniteltiin nimenomaan vastaajaryhmälle sopiviksi siltä pohjalta, mitä tietoa juuri heiltä haettiin ja huomioitiin oppilaiden kysymyksissä heidän ikätasonsa: 6.-luokkalaisten kysymykset pyrittiin muotoilemaan selkeiksi, kun taas 8.-luokkalaisten ajateltiin pystyvän vastaamaan jo hieman laajempiin kysymyksiin. Kyselylomakkeet testasi etukäteen työn ohjaaja. Hirsjärvi ja kollegat (2003, s. 193) painottavat kyselylomakkeen testaamisen välttämättömyyttä: testaamisen jälkeen lomaketta on vielä mahdollista tarkentaa ja selkeyttää.

Oppilaiden kyselyt teetettiin 6.9.2023 eräessä keskisuomalaisessa koulussa. Opettajien kyselyitä jaettiin sähköpostilinkkinä sekä Facebookin Kemian opettajat -vertaisryhmässä (jäseniä 1905) ja Alakoulun aarreaitta -ryhmässä (jäseniä 43 348). Kaikki kyselyt teetettiin lukuvuoden 2023-2024 alussa kahden viikon aikana.

6.2 Tilastollinen analyysi

Tilastollista analyysiä tehtiin monivalintakysymysten vastauksille: niistä laskettiin frekvenssi, aritmeettinen keskiarvo sekä otoskeskihajonta. Tilastollisten arvojen esittäminen monivalintakysymyksistä oli mahdollista, koska vastausvaihtoehdot olivat hierarkisessa

järjestyksessä: 1 erittäin haastavaa, 2 haastavaa, 3 osataan kohtalaisesti, 4 osataan hyvin, 5 osataan erinomaisesti. Vastausvaihtoehtona oli myös erillinen kohta 6 en ole harjoitellut lainkaan, jota ei ole laskettu mukaan keskiarvoon ja keskihajontaan. Tällä vastausvaihtoehdolla haettiin niitä taitoja, jotka eivät kuulu kemian oppimisvalmiuksiin tai joita ei ole opetuksessa tullut esiin lainkaan.

6.3 Laadullinen sisällönanalyysi

Laadullista sisällönanalyysiä tehtiin kyselyn avointen kysymysten vastauksista aineistolähtöisenä sisällönanalyysinä. Jokainen kysely analysoitiin ensin erikseen. Tutkimuskysymysten pohjalta aineisto teemoiteltiin ja ryhmiteltiin aihepiirien mukaan ja koostettiin niistä lopuksi yhteenveto. Kyselyiden vastauksia verrattiin alakoulun opettajat – yläkoulun opettajat, alakoulun oppilaat – yläkoulun oppilaat ja lopuksi opettajat – oppilaat näkökulmista. Tutkimustuloksia esitettäessä verrattiin niitä samalla myös kirjallisuuteen. Tutkimusaineisto analysoitiin syys-lokakuussa 2023 edellä kuvatuilla analysointimenetelmillä. Kyselyiden vastauksista on esitelty ne, jotka antavat vastauksia tutkimuskysymyksiin. Tulosten analyysi on kuvattu luvussa 8 Tutkimustulokset ja analyysi.

7 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto hankittiin neljällä eri kyselylomakkeella neljältä eri vastaajaryhmältä:

- yläkoulun kemianopettajat,
- alakoulun luokanopettajat,
- 8. luokan oppilaat ja
- 6. luokan oppilaat.

Kaikki vastaukset kerättiin anonyymisti ja käsiteltiin luottamuksellisesti. Aineistojen tulokset on esitetty luvussa 8. Seuraavaksi esitellään jokainen vastaajaryhmä erikseen.

7.1 Kyselytutkimus yläkoulun kemianopettajille

Yläkoulun kemianopettajille teetettiin kysely GoogleForms -lomakkeella. Vastaajaryhmä koostui neljästätoista (14) yläkoulun kemianopettajasta. Vastaajista ei kerätty taustatietoja, vaan ainoastaan kyselyn saatekirjeessä kohdennettiin vastaukset yläkoulun kemianopettajille, siten että vastaamaan pyydettiin nimenomaan yläkoulun kemianopettajia. Opetuskokemusta tai koulutustaustaa ei kysytty.

Kaikki vastaajat vastasivat monivalintakysymyksiin ja avoimiin kysymyksiin, sillä sähköistä lomaketta ei voinut palauttaa, ellei jokaisessa kohdassa ollut jotakin vastausta. Ainoastaan viimeinen kysymys, ”vapaa sana”, oli mahdollista jättää tyhjäksi.

7.2 Kyselytutkimus alakoulun luokanopettajille

Alakoulun luokanopettajille teetettiin kysely GoogleForms -lomakkeella. Alakoulun opettajista kohderyhmänä oli 5.-6. luokkien opettajat, koska he opettavat viimeisimpinä seitsemännelle luokalle siirtyviä. Vastaajista ei kerätty taustatietoja, vaan ainoastaan kyselyn saatekirjeessä kohdennettiin kysely alakoulun 5.-6. luokkien opettajille pyytämällä nimenomaan heitä vastaamaan. Opetuskokemusta tai koulutustaustaa ei kysytty.

Tavoitteena oli saada 10 vastausta alakoulun opettajilta, mutta useista yrityksistä huolimatta vastaajaryhmä jäi viiteen vastaukseen. Kaikki vastaajat vastasivat monivalintakysymyksiin ja

avoimiin kysymyksiin, sillä sähköistä lomaketta ei voinut palauttaa, ellei jokaisessa kohdassa ollut vastausta. Ainoastaan viimeinen kysymys, ”vapaa sana”, oli mahdollista jättää tyhjäksi.

7.3 Kyselytutkimus 8. luokan oppilaille

Kyselytutkimus 8. luokan oppilaille teetettiin paperisena lomakkeena, johon oppilaat vastasivat lyijykynällä kirjoittaen oppitunnin aikana. Vastaajaryhmä koostui 19:stä 8. luokan oppilaasta. Kyselyssä ei kerätty vastaajien taustatietoja. Vastaajaryhmässä oli molempia sukupuolen edustajia. Kaikki vastaajat vastasivat monivalintakysymyksiin, tosin joitakin yksittäisiä tyhjiä vastauksia oli. Tämä saattaa johtua huolimattomuudesta tai lomakkeen ulkoasun haastavuudesta. Kaikki vastasivat myös avoimiin kysymyksiin, tosin joukossa oli muutamia ”en tiedä” - vastauksia.

7.4 Kyselytutkimus 6. luokan oppilaille

Kyselytutkimus 6. luokan oppilaille teetettiin paperisena lomakkeena, johon oppilaat vastasivat lyijykynällä kirjoittaen oppitunnin aikana. Vastaajaryhmä koostui 14:stä 6. luokan oppilaasta. Vastaajaryhmässä oli molempia sukupuolen edustajia. Kaikki vastaajat vastasivat monivalintakysymyksiin, tosin joitakin yksittäisiä tyhjiä vastauksia oli. Tämä saattaa johtua huolimattomuudesta, lomakkeen ulkoasun haastavuudesta tai vastaajien nuoresta iästä: kaikkiin avointen kysymysten kohtiin saattoi olla vaikea keksiä vastausta.

8 Tutkimustulokset ja analyysi

Työn tutkimustulokset kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä ja erityisesti kemian kielen oppimisen valmiuksista esitellään ja analysoidaan tässä pääluvussa. Kokeellisen osan kyselyiden vastauksista on huomioitu ne, jotka antavat vastauksia tutkimuskysymyksiin.

8.1 Kyselytutkimus yläkoulun kemianopettajille

Yläkoulun opettajien kyselytutkimuksen (Liite 1 Kyselylomake yläkoulun kemianopettajat) monivalintakysymysten tulosten mukaan kaikkia kysytyjä taitoja tarvitaan kemian oppimisessa: Ainoastaan yksi vastaaja ilmoitti, että kolmiulotteisten kuvioiden hahmottaminen ei ole oleellista kemian oppimisessa. Tämä vahvistaa kirjallisuuden pohjalta koottuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5): yläkoulun opettajat olivat samaa mieltä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä. Tutkimuskysymykseen *1. Mitä ovat kemian oppimisvalmiudet?* saatiin vastauksia kemianopettajien kyselyn tuloksista.

Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät tämän tutkimuksen pohjalta ovat: opetuskielen taito kemian kielen oppimiseksi, riittävän kehittyneet ajattelun taidot kemian kolmitahoisen luonteen ja abstraktien asioiden ymmärtämiseksi, kyky muistaa ulkoa kemian sisältöjä, motivaatio vaikeana oppiaineena pidettyyn kemian opiskeluun nivelvaiheessa murrosiässä, metakognitio eli käsitys itsestä kemian oppijana sekä oppimaan oppimisen taidot kemian monimutkaisten sisältöjen oppimiseksi, kokeellisissa töissä tarvittavat motoriset taidot, aistitoiminnot, hahmotus- ja havaitsemiskyky, sekä riittävät itsesäätely- ja yhteistyötaidot, tarkkaavaisuus ja toiminnan ohjaus turvallisen kokeellisen työskentelyn takaamiseksi.

Lisäksi kirjallisuuden mukaan kemian oppimisvalmiuksiin kuuluvat: terveys ja hyvinvointi, erityisesti riittävä uni ja ravinto, sekä minäkuva, itsetunto ja identiteetti, jotka kehittyvät murrosikäisellä 7.-luokkaisella ja kokemus itsestä kemian oppijana muotoutuu kemian opiskelun alussa. Nämä rajattiin kyselylomakkeen ulkopuolelle, jotta lomake ei olisi liian laaja.

Kyselyssä opettajia pyydettiin arvioimaan oppilaiden keskimääräisiä taitoja. Tällä pyrittiin saamaan vastausta tutkimuskysymykseen *2. Millaiset valmiudet 7. luokkaisilla on kemian*

oppimiseen? Mitkä asiat ovat haastavia kemian aloituksessa? ja 3. Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen? Oppilaat tulevat kemian opintoihin alakoulun jälkeen niillä valmiuksilla, mitä heille on siellä rakentunut. Monivalintakysymysten tuloksia tarkastellaan seuraavaksi kahdessa ryhmässä: kieleen liittyvät oppimisvalmiuksien osatekijät ja muut oppimisvalmiuksien osatekijät.

8.1.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kieleen liittyvät monivalintakysymykset jaoteltiin seuraavien otsikoiden alle: lukutaito, käsitteiden oppiminen, monilukutaito ja abstrakti ajattelu sekä mallintaminen. Tarkastellaan näiden taitoalueiden tuloksia yläkoulun kemianopettajien kyselyssä.

Taulukko 2. Kemianopettajien monivalintakysymysten tulokset, kieleen liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti, 4 = osataan hyvin, 5 = osataan erinomaisesti, 6 = ei ole oleellista kemian oppimisessa

Kemian oppimiseen tarvittavat taidot 7.-luokkalaisella		6	1	2	f			ka	kh
					3	4	5		
lukutaito	osaa lukea kemian kirjan kappaleen itsenäisesti	0	1	5	6	2	0	2,64	0,84
	löytää kappaleesta tärkeät asiat	0	2	3	9	0	0	2,50	0,76
	ymmärtää lukemansa	0	1	7	6	0	0	2,36	0,63
	käyttää lukustrategiaa	0	5	7	2	0	0	1,79	0,70
	pohtii tekstin luotettavuutta	0	6	5	3	0	0	1,79	0,80
	yhteensä	0	15	27	26	2	0	2,21	0,81
käsitteiden oppiminen	ymmärtää uudet kemian sanat tai käsitteet	0	0	4	10	0	0	2,71	0,47
	muistaa uudet sanat tai käsitteet	0	0	4	8	2	0	2,86	0,66
	selvittää mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat	0	3	9	1	1	0	2,00	0,78
	käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen	0	6	6	2	0	0	1,71	0,73
	yhteensä	0	9	23	21	3	0	2,32	0,81
monilukutaito	osaa tulkita kuvia kemiassa	0	0	2	10	2	0	3,00	0,55
	osaa tulkita kuvaajia ja taulukoita	0	0	6	6	2	0	2,71	0,73
	osaa käyttää kemian merkkejä ja symboleja	0	3	4	5	2	0	2,43	1,02
	yhteensä	0	3	12	21	6	0	2,71	0,81
abstrakti ajattelu ja mallintaminen	ymmärtää kemian abstrakteja asioita	0	3	4	6	1	0	2,36	0,93
	ymmärtää mallien tarkoituksen	0	2	3	7	2	0	2,64	0,93
	osaa käyttää malleja kuvaamaan asioita	0	1	5	6	2	0	2,64	0,84
	hahmottaa kolmiulotteisia kuvioita	1	1	6	5	1	0	2,46	0,78
	yhteensä	1	7	18	24	6	0	2,53	0,86

Opettajien arvioidessa oppilaidensa taitoja heikoimman keskiarvon (1,71) sai oppimisstrategian käyttö sanojen oppimiseen, eli opettajat arvioivat tämän taidon kaikista heikoimmaksi 7.-luokkalaisilla. Kemian sanojen oppimiseen tulisi soveltaa vieraiden kielten metodeja (kts luku

3.4.4). Kuten kirjallisuusosassa on todettu, kielten oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa. Aallon ja Mustosen (2016, s. 6-11) mukaan vuorovaikutustilanteet, joissa aidosti on mukana kielen käyttötarve, tekevät kielen opiskelusta merkityksellistä. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) kerrotaan, että kieltenopetuksessa alaluokilta alkaen käytetään toiminnallisia opetustapoja: paljon lauluja, leikkejä, draamaa, pelillisyyttä, liikettä ja eri aisteja.

Myös lukustrategian käyttäminen (ka 1,79) ja tekstin luotettavuuden pohtiminen (ka 1,79) saivat opettajilta heikot arviot: nämä ovat oppilaille haastavia. POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) 9. luokan päättöarvioinnissa arvosanaan 5 tarvitaan lukutaitoa niin, että oppilas osaa käyttää jotakin yksinkertaista tekstinymmärtämisen strategiaa. Alakoulusta päästessään oppilaan täytyy vähintään pystyä lukemaan rakenteeltaan ja kieleltään yksinkertaisia tekstejä hitaasti. Kyselyssä lukustrategian käyttämisen arvioi erittäin haastavaksi viisi opettajaa (5/14) ja puolet kyselyyn vastanneista arvioi tämän olevan haastavaa (7/14).

Jopa kirjan kappaleen lukeminen itsenäisesti on viiden vastanneen opettajan (5/14) mielestä oppilaille haastavaa. Tekstin luotettavuuden pohtiminen eli kriittinen luetun tarkastelu on osa monilukutaitoa: kykyjä arvioida erilaisia tekstejä, tulkita tekstilajeja, analysoida kirjoittajan tarkoitusperiä ja tarkastella tekstin luotettavuutta (Vartiainen, 2022). Luahambowon ja kollegoiden (2019) mukaan kriittinen ajattelu on osa oppimistaitoja. Ketosen (2020, s. 24) mukaan kokeellisessa kemian opetuksessa korostuvat kysyminen ja kriittiseen ajatteluun johdattelu. Opettajien vastaukset viittaavat siis siihen, että 7. luokalla on suuri joukko oppilaita, joiden lukutaito ei riitä kemian opiskeluun. Opettajien vastausten ja POPS:in arviointikriteereiden välillä näyttäisi olevan kuilu. Vaikuttaa siltä, että oppilailta ei vaadita riittävää lukutaitoa alakoulun päätteeksi, että kemian teksteistä ja sanastosta selvittäään yläkoulussa.

Kemian kuvien tulkitseminen arvioitiin vahvimaksi taidoksi (ka 3,00). Nuoret elävät hyvin visuaalisessa maailmassa ja kuvien tulkinnan vahvuus voi johtua tästä: se on heille luontevaa (Habraken, 2004). Kyrkön (2017, s. 19-28) mukaan ympäristöopin ja kemian oppikirjoissa käytetään paljon kuvia, joten kuvien tulkitsemista on siis todennäköisesti myös harjoiteltu paljon jo alakoulussa. Monilukutaidon alle ryhmitellyt monivalintakysymykset saivat yhteensä korkeimmat arviot (yhteensä ka 2,71).

Yksimielisimpiä kemianopettajat olivat siitä, että oppilaat ymmärtävät kohtalaisesti kemian sanat ja käsitteet (ka 2,71, kh 0,47). Tämän tutkimuksen hypoteesina oli, että kemian oppimisen haasteet liittyvät käsitteiden ymmärtämiseen. Tämä ei kuitenkaan noussut kemianopettajien kyselyn vastauksissa kaikkein haastavimmaksi osa-alueeksi. Kemian opetuksen tehtävänä POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) painotetaan kemiaan liittyvien käsitteiden rakentumisen sekä ilmiöiden ymmärtämisen tukemista. Kemian käsitteiden oppimisessa POPS2014:ssa painottuu tutkimuksellinen lähestymistapa: keskeistä on oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa. Kemian oppimisessa on Markicin ja Childsin (2016) mukaan tärkeää, että opiskelijat oppivat kemian kielen ja sen tekniset termit, kaavat ja argumentointimallit. Heidän mukaansa kemian teksteissä kirjoitetut lauseet ovat lyhyitä ja hyvin informatiivisia, ja sisältäen paljon käsitteitä. Siksi he painottavatkin, että kemian opiskelun kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että oppilaat ymmärtävät ja pystyvät selittämään peruskäsitteitä kemian kielellä. Ketosen (2020) mukaan ryhmässä työskentely edistää käsitteiden käyttämistä. Kemian merkkien ja symbolien käytön osaaminen jakoi eniten mielipiteitä (kh 1,02): kaksi vastaajaa oli sitä mieltä, että tämän oppilaat osaavat hyvin, kun taas kolme vastaajaa oli sitä mieltä, että juuri tämä on oppilaille erittäin haastavaa.

Tarkasteltaessa kaikkia lukutaitoon liittyviä monivalintakysymyksiä, voidaan todeta, että opettajat arvioivat oppilaiden oppimisvalmiudet lukutaidon osalta heikoiksi, sillä lukutaidon osaaminen arvioitiin oppilaille haastavaksi (yhteensä ka 2,21). Tämä tulos oli kysymysten kieleen liittyvistä kategorioista (lukutaito yhteensä ka 2,21, käsitteiden oppiminen yhteensä ka 3,32, monilukutaito yhteensä ka 2,71, abstrakti ajattelu ja mallintaminen yhteensä ka 2,53) kaikkein matalin, eli opettajat arvioivat lukutaidon heikoimmaksi osa-alueeksi. Lukutaitoa koskevat kysymykset saivat kaikkein eniten ”erittäin haastavaa” vastauksia (15/70 eli 21 %) kaikista kyselylomakkeen monivalintakysymysten osa-alueista. Tämä on yhtenevä viimeaikaisten tulosten kanssa nuorten lukutaidon heikkenemisestä: Suomalaisoppilaat ovat hyviä lukijoita PISA- ja PIRLS-arviointien tuloksien mukaan, mutta tulokset ovat kuitenkin olleet laskusuunnassa (Kupari ym., 2012; OECD 2013). Kemian tekstien ymmärtämiseksi täytyy olla kykyä lukea ja ymmärtää tieteellistä tekstiä (Markic ym., 2013). Tähän kuuluvat esimerkiksi erikoissanasto, kielityyli, tekstirakenteet, tekstin ominaisuudet (esim. korostetut otsikot ja käsitteet, kaaviot, kuvaajat, valokuvat, kuvatestit) ja lähteet (Annenbergin säätiö, 2023). Kemian opiskelu vaatii sujuvaa, monipuolista lukutaitoa.

8.1.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kyselylomakkeella muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset oli ryhmitelty seuraavien otsikoiden alle: toiminnanohjaus, opiskelutaidot ja motivaatio. Tämän osion tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kemianopettajien monivalintakysymysten tulokset, muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti, 4 = osataan hyvin, 5 = osataan erinomaisesti, 6 = ei ole oleellista kemian oppimisessa

Kemian oppimiseen tarvittavat taidot 7.-luokkalisella		6	1	2	f			ka	kh
					3	4	5		
tutkimuksen tekemisen taidot	osaa suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia	0	3	4	5	2	0	2,43	1,02
	osaa muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	0	4	4	4	2	0	2,29	1,07
	osaa käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia	0	1	3	8	2	0	2,79	0,80
	pohtii tulosten luotettavuutta	0	3	6	4	1	0	2,21	0,89
	yhteensä	0	11	17	21	7	0	2,43	0,95
toiminnanohjaus	noudattaa ohjeita kemian tunnilla	0	1	0	5	8	0	3,43	0,85
	ymmärtää kirjallisia ohjeita	0	1	2	10	1	0	2,79	0,67
	ymmärtää suullisia ohjeita	0	0	1	4	9	0	3,57	0,65
	pystyy opiskelemaan itsenäisesti esim poissaollessa	0	2	8	4	0	0	2,14	0,66
	suuntaa tekemisen aiheeseen	0	2	1	8	3	0	2,87	0,95
	kysyy opettajalta, jos ei ymmärrä	0	0	0	4	7	3	3,93	0,73
	yhteensä	0	6	12	35	28	3	3,11	0,95
motivaatio	haluaa ymmärtää kemian ilmiöitä	0	0	2	9	1	2	3,21	0,89
	on motivoitunut kemian opiskeluun	0	0	3	6	3	2	3,28	0,99
	yhteensä	0	0	5	15	4	2	3,25	0,93

Tarkasteltaessa kyselyn tuloksia liittyen tutkimuksen tekemisen taitoihin, toiminnanohjaukseen ja motivaatioon tuloksista havaitaan, että opettajat arvioivat tässä kategoriassa oppilaiden itsenäisen opiskelun taidot heikoimmaksi (ka 2,14). Itsenäisen opiskelun taidot vaativat oppimaan oppimisen taitoja ja itseohjautuvuutta. Oman opiskelun suunnittelu ja hallitseminen ovat edellytyksiä onnistuneelle oppimiselle (Degutyte-Kančauskienė, 2020). Itseohjautuvuuteen vaikuttavat yksilön piirteet, kuten itsetunto ja luonteenpiirteet, toiminnanohjauksen taidot (Turan & Kenan, 2018) ja ympäristö (Yrjölä, 2021). Toiminnanohjausta koskevat kysymykset saivat keskiarvon 3,11, eli opettajien mukaan ne osataan kohtalaisesti.

Myös tulosten luotettavuuden pohtiminen on oppilaille haastavaa (ka 2,21). Tässä nousevat esille samat seikat kuin tekstin luotettavuuden pohtimisessa ja yleisesti kriittinen ajattelu onkin osa oppimistaitoja (Luahambowo ym., 2019). Kemian kokeellisessa opetuksessa korostuvat

kysyminen ja kriittiseen ajatteluun johdattelu (Ketonen, 2020, s. 24). Oppilaiden haasteet kriittisessä ajattelussa voivat liittyä siihen, että alakoulussa ei ole kokeellisia töitä tehty, ja kriittinen ajattelu on uusi asia seitsemännen luokan kemiassa.

Tutkimuksen tekemisen taidot saivat keskiarvoksi 2,43, eli tämän arvioitiin olevan oppilaille haastavaa. POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) ympäristöopin arviointikriteerien mukaan tutkimisen taidot harjaantuvat alakoulussa niin, että oppilas osaa vähintään (arvosana 5) osallistua havainnointiin, mittaamiseen ja tulosten dokumentoimiseen ja kertoa näistä ohjatusti sekä osaa ohjatusti kuvailla tehtyä tutkimusta ja sen tuloksia käyttäen hyödyksi tutkimuksessa kerättyä tietoa tai havaintoja. Hyvää osaamista (arvosana 8) alakoulun päätteeksi on, jos oppilas osaa itsenäisesti tai yhdessä muiden kanssa suunnitella ja toteuttaa pieniä tutkimuksia ja esittää niiden tuloksia selkeästi. Alakoulussa tutkimuksen tekemistä siis tulee POPS2014:n tavoitteiden mukaan harjoitella, jotta valmiuksia tutkimusten tekemiseen olisi yläkouluun siirryttäessä.

Opettajien mielestä vahvimmin osataan kysyä opettajalta, jos ei ymmärretä (ka 3,93), tämä osataan siis hyvin. Kolme vastaajaa (3/14) oli sitä mieltä, että oppilaat osaavat kysyä opettajaa apuun erinomaisesti. Tämä taito on osa itseohjautuvuutta: itseohjautuvuus tarkoittaa kykyä toimia itsenäisesti ja aloitteellisesti, ja esimerkiksi taitoa kysyä apua sitä tarvittaessa (Yrjölä, 2021).

Muita kuin kieleen liittyviä monivalintakysymyksiä tarkasteltaessa motivaatioon ryhmitellyt kysymykset saivat korkeimman yhteensä keskiarvon 3,25. Kaksi vastaajaa (2/14) arvioi oppilaiden motivaation kemian opiskeluun olevan jopa erinomainen, mutta vastausten keskiarvo jäi kuitenkin 3,25:een, eli opettajien mukaan 7.-luokkalaisten motivaatio kemian opiskeluun on kohtalainen. Kyrkkö (2017) toteaa, että tutkimuksissa on todettu oppilaiden koulumenestysten laskevan alakoulun ja yläkoulun siirtymävaiheessa. Myös asenne ja menestyminen luonnontieteissä heikkenevät. Hänen mukaansa joidenkin oppilaiden motivaatio kuitenkin myös paranee siirtymävaiheen haasteista huolimatta.

Monivalintakysymysten perustella kemianopettajat arvioivat 7.-luokkalaisten oppilaiden kemian oppimisvalmiudet kohtalaisiksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa ovat 2,21-3,25. Eniten ”erittäin haastavaa” vastauksia saivat lukutaito, tutkimuksen tekemisen taidot ja käsitteiden oppiminen kaikista kyselylomakkeen monivalintakysymysten osa-alueista.

8.1.3 Avoimet kysymykset

Motivaatio on tärkeä osa oppimisvalmiuksia. Lähes kaikki opettajat (13/14) olivat sitä mieltä, että oppilaat ovat 7. luokalla motivoituneita kemian opiskeluun (taulukko 4).

Taulukko 4. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien arvio oppilaiden kemian oppimismotivaatiosta ja opettajien käyttämät motivoitavat

Kuinka motivoituneita oppilaat ovat 7. luokalla kemian opiskeluun? Miten motivoit oppilaita?		
Motivoitavat Vastausten lkm	Motivaation laatu Vastausten lkm	Vastaus
Kokeellisuus 12/14	Motivaatio on hyvä 8/14	-Ovat. -Kun pääsevät alkuun niin todella motivoituneita. -Mielestäni oppilaat ovat melko motivoituneita ja kiinnostuneita 7. luokalla kemian opiskeluun. Aina on tietenkin heitäkin, joita oppiaine ei kiinnosta, mutta he ovat vähemmistöä. Yksi hyvä motivoititapa on kokeelliset työt. Monet oppilaat kokevat ne mieleiseksi. Hienot ja näyttävät demot ovat tärkeä osa opetusta ja motivoitintia. -Pääasiassa todella motivoituneita. Kokeellisuus motivoi. -Motivoituneita, kemia on nykyOPSissa uusi oppiaine, josta saa erillisen arvosanan. Konkreettinen työskentely/kokeelliset työt motivoivat itse oppilaita. -Usein suhtaudutaan uteliaasti, kun kyseessä uusi aine. Mielenkiinto muutetaan motivaatioksi runsaalla kokeellisella työskentelyllä. -Pääasiassa hyvin motivoituneita. Vedän näyttäviä demoja 6.lk tutustumispäivässä ja ne jäävät mieleen. Painitan kokeellisuutta mistä oppilaat pitävät ja pääasiassa oppilaat tulevat tunneille hyvällä asenteella. -Yllättävän motivoituneita...kokeellisuus ja demot. Myös kokeellisuuden arviointia korostan.
	Motivaatio alussa korkeampi kuin myöhemmin 5/14	- Syksyllä erittäin motivoituneita, kun pääsevät ensimmäisiä kertoja tekemään kokeellisia töitä... -Innokkaita, erityisesti kun on paljon tutkimuksia. Motivaatiossa on heikkenemistä, kun teoria vaikenee. Motivoin...havainnollistamalla/kokeellisilla töillä. -Alkuun varsin motivoituneita, eksperimentit kiinnostavat, ja monet kyselevät pommeista yms. jännittävästä. Alkuun näyttäviä demoja niin innostuvat, mutta sitten kun koittaa karu totuus, että pitäisi opiskella vähän teoriaakin, niin alkaa motivaatio heikentyä monella. -Kiinnostusta on uuteen oppiaineeseen, mutta se liittyy enimmäkseen räjähdyskiin ja näyttäviin tutkimuksiin. Kiinnostus hiipuu pikkuhiljaa, kun ei tehdäkään valtavan näyttäviä töitä. -Ovat motivoituneita! Seiskalla on vielä helppoa ja labratöitä tehdään paljon. Homma muuttuu tosi paljon kasilla
		-Töiden kautta.
Liittäminen arkeen 3/14		-...Yritän motivoida heitä kertomalla, millä aloilla kemiaa tarvitaan, kuinka se selittää arkipäivän ilmiöitä... -...Motivoin liittämällä aiheita mahdollisimman paljon oppilaiden arkeen... -...Kannustamalla kemian keskeisten asioiden larkielämään liittymisen ymmärtämistä.
Monipuoliset opiskelutavat 2/14		-...Yritän myös pitää opetusmenetelmät mahdollisimman monipuolisina. -...Motivoin monipuolisilla opiskelutavoilla...

Motivaatio ja oppiminen ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa: Oppiminen onnistuu, kun oppija on motivoitunut, näkee tekemisen itselleen arvokkaana ja uskoo pystyvänsä oppimaan (Degutyte-Kančauskienė, 2020). Motivaation puute johtaa herkästi negatiiviseen kierteeseen, jossa oppija perustelee itselleen opiskelun kannattamattomuutta ja hankaluutta (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Opetustilanteessa opettaja huolehtii siitä, että oppilaiden motivaatio opetettavaan asiaan herää ja myös säilyy (Ikonen, 2001, s. 66-67). Kyselyssä kävi ilmi, että opettajat motivoivat oppilaita kemian opiskeluun kokeellisuudella (12/14). Kokeelliset työt yleisesti innostavat oppilaita kemian opiskeluun (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Kaksi opettajaa (2/14) piti kiinnostusta, innostusta ja motivaatio erityisen tärkeänä taitona kemian opiskelun aloituksessa (taulukko 5).

Taulukko 5. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelun aloitusta ajatellen?

Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelun aloitusta ajatellen?			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijä	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Kieli	-Monilukutaito... -Lukutaito...	2/14
Kielelliset valmiudet Aistitoiminnot Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Ohjeet	-Ohjeiden kuuntelun taidon. -...Kirjallisen ja suullisen ohjeen ymmärtäminen ja noudattaminen. -Kyky noudattaa suullisia ja kirjallisia ohjeita. -...Ohjeiden mukaan toimiminen. -...Ymmärtää ainakin suullisia ohjeita. -Kyky kuunnella ohjeita...	6/14
Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot Tarkkaavaisuus Sosiaaliset taidot Ajattelun taidot	Oppimaan oppiminen, opiskelutaidot	-Oppimaan oppimisen taidot... -Uskaltaa keskustella ja kysyä... -..Kyky jaksaa odottaa... -...Sinnikkyys. -...Yrittää parhaansa. -Oma-aloitteisuus. -...Kyky ottaa itse asioista (tai esimerkeistä) selvää. -...Miksi-kysymyksen esittäminen. Se auttaa oppilaita ymmärtämään tunnilla käytyä asiaa. -...Looginen päättelykyky...	9/14
Itsesäätelytaidot Sosiaaliset taidot	Yhteistyötaidot, keskittyminen	-Rauhoittumisen taitoihin. -...Rauhallinen työskentely. -Yhteistyötaidot (kuuntelu, ryhmässä työskentely)... -...työskentelytaidot. -Turvallisen työskentelyn periaatteet ja säännöt. -Oppilaiden tulisi ymmärtää työturvallisuuteen liittyvät asiat...	6/14
Motivaatio	Kiinnostus	-Kiinnostus ainetta kohtaan... -Innostuksen ja oppimismotivaation.	2/14

Monivalintakysymysten tulosten pohjalta (luku 8.1.1) alakoulussa pitäisi painottaa oppimaan oppimisen taitoja, sillä opettajat arvioivat oppilaidensa taidoista kaikkein heikoimmaksi (ka 1,71) oppimisstrategian käyttämisen sanojen oppimiseen sekä toiseksi heikoimmaksi lukustrategian käyttämisen (ka 1,79) ja tekstin luotettavuuden pohtimisen (ka 1,79). Myös oppilaiden itsenäisen opiskelun taidot (ka 2,14) arvioitiin alhaisiksi. Oppilaiden itseohjautuvuus nähtiin myös matalana, sillä taidon selvittää, mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat, arvioitiin olevan haastavaa (ka 2,00). Avoimen kysymyksen vastauksissa erityisen tärkeäksi taidoksi kemian opiskelun aloituksessa kuusi vastaajaa (6/14) mainitsi ohjeisiin liittyvät taidot: kuuntelu, ymmärtäminen, ohjeiden noudattaminen. Vastaajat listasivat tärkeimpiä taitoja esimerkiksi näin:

”Kyky kuunnella ohjeita, kyky jaksaa odottaa ja kykyä ottaa itse asioista (tai esimerkeistä) selvää.”

”Oppimaan oppimisen taidot, kirjallisen ja suullisen ohjeen ymmärtäminen ja noudattaminen.”

Suullisia ohjeita antaessa opettajan kannattaa käyttää apuna visualisointia, havainnollistamista, eleitä ja jäsentää puhetta (Aalto ym., 2019). Markic ja kollegat (2013) ohjeistavat opettajaa puhumaan hitaasti, käyttämään kokonaisia lauseita ja pitämään taukoja lauseiden välissä. Puheen tulee olla selkeää, jäsenneiltyä, mutta luontevaa (Aalto ym., 2019). Oppilaan suullisten ohjeiden ymmärtämistä voidaan tällä tavoin tukea. Suullisten ohjeiden tueksi kannattaa käyttää apukuvia: Markicin ja kollegoiden (2013) mukaan kuvalliset selitykset ovat havainnollisempia kuin pelkkä teksti, esimerkiksi työohjeita kuvat havainnollistavat tehokkaasti.

Oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja pidettiin tärkeimpänä yhdeksässä vastauksessa (9/14). Rauhallinen työskentely tai työturvallisuuden noudattaminen mainittiin neljässä vastauksessa (6/14). Eräässä vastauksessa kiteytettiin nämä taidot seuraavasti:

”Oppilaiden tulisi ymmärtää työturvallisuuteen liittyvät asiat ja rauhallinen työskentely sekä ymmärtää ainakin suullisia ohjeita.”

Lisäksi opettajat pitivät tärkeinä sinnikkyyttä, parhaansa yrittämistä, rohkeutta keskustella ja kysyä, kysymyksiä muodostamista taitoa, oma-aloitteisuutta, taitoa selvittää asioita ja kykyä

odottaa. Kiinnostus, innostus ja motivaatio mainittiin kahdessa vastauksessa (2/14). Yksi vastaajaa (1/14) nosti erityisen tärkeäksi taidoksi lukutaidon ja yksi (1/14) monilukutaidon.

Tutkimuskysymykseen 3. *Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?* haettiin vastausta kemianopettajilta kysymällä heidän odotuksiaan aloittaville 7.-luokkalaisille. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Mitä odotat kemiaa aloittavien 7.-luokkalaisten osaavan?

Kemianopettajien odotuksia 7.-luokkalaisille			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijä	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Lukutaito	-Lukea... -Lukutaito. Kirjan kappaleen lukeminen niin, että jotain jää päähänkin. Työohjeen lukeminen. -Ymmärtää lukemansa asian.	3/14
	Monilukutaito	-Osattaisi tulkita yksinkertaisia kuvaajia...	1/14
Ajattelun taidot	Matemaattiset taidot	-...Tiedettäisiin luvun 3 olevan mahdollista jakaa kahdella.	1/14
Metakognitio Toiminnan ohjaus Itsesäätelytaidot Tarkkaavaisuus Ajattelun taidot	Oppimaan oppiminen, opiskelutaidot	-Perusopiskelutaidot: muistiinpanojen tekeminen mallin mukaan, tehtävien tekeminen... -Perusopiskelutaitoja... -Huolehtia läksyjen tekemisestä...Etsiä kirjasta vastauksia tehtäviin lukemalla kappaletta. -Etsiä kirjasta tietoa... -...Hakea tietoa. -...Opetella ulkoa yksittäisiä asioita...	6/14
Kielelliset valmiudet Aistitoiminnot Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Ohjeet	-Ohjeiden kuuntelun taidon. -...Oletan heidän mm. osaavan kuunnella ohjeita. -...Keskittyä tunnilla kuuntelemaan opettajaa...noudattaa ohjeita. -...Kykyä jaksaa kuunnella 20 sekunnin pituinen suullinen ohje. Vuosivuodelta ohjeita pitää aina lyhentää, koska oppilaat eivät jaksaa keskittyä kuuntelemaan ja puoli luokkaa on kysymässä "Mitä pitää tehdä?" -...Ohjeiden noudattaminen. -Osaisi kuunnella ohjeita ja toimia niiden perusteella... -...Kykyä seurata selkeitä ohjeita. -Tärkeimpinä lukea ja kuunnella ohjeita... -Toimia ohjeiden mukaan ja turvallisesti.	9/14
Itsesäätelytaidot Sosiaaliset taidot	Yhteistyötaidot	-...Työskennellä ryhmässä tai vähintään yrittää parhaansa ryhmissä työskennellessä. -...Toimia ryhmässä...	2/14
Kielelliset valmiudet Ajattelun taidot Muisti	Kemian sisällöt	-Jos osattaisi alkuaineiden kemiallisia merkkejä ja ettei puu ole alkuaine,kuten jotkut luokanopettajat valitettavasti opettavat... -...Muutaman alkuaineen kemiallisen merkin, veden kaava, olomuodot.	2/14
Ei tarvita valmiuksia	Ei odotuksia	En juuri mitään.	1/14

Kun opettajien odotukset kohtaisivat oppilaiden taidot, olisi kemian aloitus sujuvaa. Tällä pyrittiin löytämään niitä asioita, jotka auttaisivat 7. -luokkalaisia mahdollisimman sujuvan alun saamisessa kemian opiskeluun, jonka selvittäminen oli tämän koko pro gradu -työn tutkimusongelma. Opettajien vastausten pohjalta on mahdollista saada suuntaviivoja alakoulun opetukseen: mitä alakoulussa tulisi painottaa.

Puolet vastanneista opettajista (7/14) peräsivät oppilailta perusopiskelutaitoja, kuten muistiinpanojen tekemistä mallin mukaan ja tehtävien tekemistä sekä tiedonhakataitoja. Kemianopettajat odottivat 7.-luokkalaisilta erityisesti ohjeiden kuunteluun liittyviä taitoja (9/14). Ohjeiden kuuntelu, noudattaminen sekä ymmärtäminen vaativat kielellisiä valmiuksia, aistitoimintoja (kuunteleminen, havainnointi), metakognitiota eli oppimana oppimisen taitoja, toiminnanohjauksen taitoja (esimerkiksi siirtyminen työvaiheesta toiseen, toimiminen järjestelmällisesti) ja itsesäätelytaitoja (keskittymisen suuntaaminen aiheeseen). Eräs vastaaja oli erittäin huolissaan oppilaiden kyvystä kuunnella ohjeita:

”Kykyä jaksaa kuunnella 20 sekunnin pituinen suullinen ohje. Vuosivuodelta ohjeita pitää aina lyhentää, koska oppilaat eivät jaksaa keskittyä kuuntelemaan ja puoli luokkaa on kysymässä: Mitä pitää tehdä?”

Kuusi vastaajaa (6/14) odotti opiskelutaitoihin liittyvää osaamista (perusopiskelutaidot, läksyjen tekeminen, tiedonhaku; taulukko 6). Kemian oppimisessa tarvitaan oppimaan oppimisen taitoja, jotka helpottavat kemian monimutkaisten sisältöjen oppimisessa. Opiskelijan tulee tietää, miksi opiskelee, etsii keinoja tehokkaaseen opiskeluun, asettaa tavoitteita ja suunnittelee toimintaansa sekä pohtii omaa oppimistaan (Degutyte-Kančauskienėn, 2020). Oppimaan oppimisen taitojen kehittämiseksi Degutyte-Kančauskienėn (2020) esittää opiskelijan minäpystyvyyden tukemista onnistumiskokemuksien kautta ja yhteistoiminnallista oppimista.

Kolmessa vastauksessa (3/14) odotettiin 7.-luokkalaisilta lukutaitoa. Kuten jo aiemmin (kemianopettajien monivalintakysymysten tulosten käsittelyssä) todettiin: kemian opiskelu vaatii sujuvaa, monipuolista lukutaitoa.

Kemianopettajien odotuksista 7.-luokkalaisille (taulukko 6) suurin osa vastauksista kohdistui toiminnanohjaukseen: 9 vastaajaa (9/14) odotti ohjeisiin liittyvää osaamista (kuuntelu,

ymmärtäminen, noudattaminen). Tutkimuskysymykseen 2. *Millaiset valmiudet 7.-luokkalaisilla on kemian oppimiseen? Mitkä asiat ovat haastavia kemian aloituksessa?* pyrittiin löytämään vastausta avoimissa kysymyksissä kysymällä 7.-luokkalaisten kemian oppimisen ongelmakohtia. Tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Missä asioissa esiintyy eniten ongelmia 7.-luokkalaisilla kemian opiskelussa?

7.-luokkalaisten kemian oppimisen ongelmia			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet Ajattelun taidot	Kemian kieli, monilukutaito	-...Teorian ja käytännön yhdistäminen. -Symboliikan ja käytännön ymmärtäminen ja yhdistäminen. -Abstraktien asioiden ymmärtämisessä ja merkkikielen opettelussa. -...Suurien kokonaisuuksien hallinta... -Kemian merkkikielen käyttäminen... -Symboliikan ja käytännön ymmärtäminen ja yhdistäminen... -Kemian "kielen" kanssa on alkuun hankaluuksia. Töiden raportointi tuntuu oppilaista työläältä... -Uudet käsitteet...	8/14
Metakognitio Toiminnanohjaus Motivaatio	Opiskelutaidot, kiinnostus	-...Opiskelutaidot monella täysin hukassa, läksyjä ei tehdä, ja vaikkapa alkuaineiden kemiallisia merkkejä ei vaivauduta opettelemaan kotona ulkoa, vaikka niitä olisi esim. 10 kerrallaan läksynä. -Osaisi ottaa tosissaan uusien käsitteiden opiskelun. Labratöihin kyllä motivoidutaan. -Läksyt jäävät valtaosalta lukematta, vaikka tehtävät saatetaan tehdä. Oppiminen jää tällöin vajaaksi. -...Halutaan tehdä näyttäviä tutkimuksia, mutta ei kiinnosta tietää mitä niissä tapahtuu kemia näkökulmasta ja miten tutkimus liittyy opeteltavaan asiaan. -...Motivaatiossa.	5/14
Kielelliset valmiudet Aistitoiminnot Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Ohjeet	-Ohjeiden kuuntelu ja noudattaminen. -...Ohjeiden kuuntelu. -...Työohjeen tulkinta. -...Ohjeiden/teorian kuuntelussa. -Ohjeiden ja luokassa olevien käytäntöjen ymmärtäminen ja niiden mukaan toimiminen. -Kirjallisen työohjeen seuraaminen. Osalle myös suullisen ohjeen kuunteleminen on hankalaa...	6/14
Ajattelun taidot Muisti	Päätely, ulko-opettelu,	-Oman ajattelun käyttö... -...Yksityiskohtien muistaminen. -...Ulkoa opettelu esim alkuaineiden kemialliset merkit.	3/14
Itsesäätelytaidot	Keskittyminen, yhteistyötaidot	-Keskittymiskyky on niin heikkoa. -Keskittymisen pulmat... -Huolellisuus... -Oman vuoron odottaminen...	4/14
Motoriset taidot Aistitoiminnot	Kädentaidot Havainnointi	-...Osalla ryhmistä tulitikkujen sytyttäminen on haasteellista. -...Havainnointi...	2/14

Ongelmia esiintyy kyselytulosten mukaan kahdessa pääryhmässä: kemian kielen oppimisen haasteet (8/14 vastaajaa) ja yleiset toiminnanohjauksen, opiskelutaitojen ja motivaation puutteet. Kuusi vastaajaa (6/14) mainitsi eniten ongelmia esiintyvän suullisen tai kirjallisen ohjeen noudattamisessa ja ymmärtämisessä. Oppilaiden keskittymiskyky koettiin suurimpana haasteena kahdessa vastauksessa (2/14).

Kemian kielen oppimisen haasteita ilmoitti kahdeksan vastaajaa (8/14) (taulukko 7). Lapsen kognitiivinen kehitys muuttuu erityisesti kahdestatoista ikävuodesta eteenpäin, mahdollistaen myös kielellisten oppimisvalmiuksien kehittymisen (Vehmanen, 2020, s. 30-31; Woolfolk, 2021).

Yksi vastaaja (1/14) ei odottanut juuri mitään osaamista. Tästä voidaan vetää johtopäätös, että kemianopettajat huomioivat aloittavat 7.-luokkalaiset niin, että opetus lähtee aivan alusta, jotta jokainen oppilas pääsee mukaan kemian opiskeluun. Kuten yksi vastaajista ilmoitti:

”7. luokan kemia lähtee aikalailta alusta, joten kemian osaamista ei juurikaan tarvitse olla pohjilla”.

Kuitenkin kemian sisällöt mainitsi kaksi vastaajaa (2/14), joista molemmat toivoivat alkuaineiden kemiallisten merkkien osaamista:

”Jos osattaisi alkuaineiden kemiallisia merkkejä ja ettei puu ole alkuaine, kuten jotkut luokanopettajat valitettavasti opettavat. Osattaisi tulkita yksinkertaisia kuvaajia ja tiedettäisi, että luvun 3 voi jakaa kahdella.”

”Etsiä kirjasta tietoa, muutaman alkuaineen kemiallisen merkin, veden kaava, olomuodot.”

POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan kemian tiedonalan osaamista täytyy alakoulussa kertyä niin, että oppilas osaa nimetä aineen kolme olomuotoa. Oppilaan täytyy osata luokitella tai kuvailla aineita ja osata antaa esimerkkejä aineiden kierrätyksestä. Arvosanaan 8 vaaditaan osaamista niin, että oppilas havainnoi, tutkii ja kuvailee olomuotoja ja tuttujen aineiden ominaisuuksia käyttäen kemian käsitteitä.

Tutkimuskysymykseen 2 *...mistä haasteet kemian aloituksesta johtuvat?* etsittiin vastausta kemianopettajilta. Tulokset on esitetty taulukossa 8. Syitä kemian oppimishaasteille kysyttiin siksi, että olisi mahdollista etsiä ennaltaehkäiseviä toimia jo alakoulun aikana ja tarjota tukea, eli haettiin vastausta tutkimuskysymykseen 3. *Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?*

Taulukko 8. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Mistä 7.-luokkalaisten kemian oppimishaasteet mielestäsi johtuvat?

Syitä 7.-luokkalaisten kemian oppimishaasteille			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Lukutaito	-Ihan luki-vaikkeudet ym. -Lukemisen ymmärtämisen puutteista.	2/14
Tarkkaavaisuus Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Keskittyminen	-Erilaiset viihdelaitteet ovat tuhonneet luku- ja keskittymiskyvyn... -Keskittymisen pulmista... -Keskittymisvaikeudet ja vaikea asia ovat haastava combo... -Keskittymisvaikeudesta... -...Ei jakseta keskittyä ohjeisiin.	5/14
Motivaatio Metakognitio	Kiinnostus Asenne	-Siitä, että oppiaine on uusi ja kemia koetaan valmiiksi haastavana oppiaineena. -...Koulun arvostus on vähäistä, mikä heijastuu vaikkapa kotitehtävien tekemiseen. -...Kiinnostuksen puutteesta. -Kaikki pitää saada heti nyt -kulttuurista. -Pelätään epäonnistumista (pitäisi osata kaikki heti). -Motivaatio ja asenneongelmat ovat yksi haasteen aiheuttaja.	6/14
Metakognitio Ajattelun taidot Muisti Aistitoiminnot	Opiskelutaidot, ulkoaopettelu, hahmottaminen	-...Ulkoa opettelu ja vanhan opitun yhdistäminen uusiin asioihin on vaikeaa. Oppilaat eivät ole tottuneet pitkäjänteiseen opiskeluun. -...Ongelmasta hahmottaa abstrakteja asioita.	2/14
Kielelliset valmiudet Ajattelun taidot Muisti	Kemian sisällöt, oppikirjat	-Alkuun tulee paljon ulkoa opeteltava kuten työvälaineet, varoitusmerkit ja kemialliset merkit. Osa oppikirjoista menee hieman epäloogisessa järjestyksessä. -Keskittymisvaikeudet ja vaikea asia ovat haastava combo. -Alakoulu sivuaa liikaa kemia ymp:ssa.	3/14
Terveys Identiteetti	Ikä, kehitysvaihe	-Murrosikä. -Kotien pitäisi panostaa enemmän lasten opiskeluun: kysellä läksyistä, vahtia, että lukuläksykin tehdään. 7.-luokkalainen on usein liian nuori huolehtimaan tästä itsenäisesti.	2/14

Kuusi vastaajaa (6/14) oli sitä mieltä, että 7.-luokkalaisten kemian oppimishaasteet johtuvat asenteeseen liittyvistä ongelmista. Viisi vastaajaa (5/14) nostivat syyksi keskittymiskyvyn ongelmat. Näitä kuvattiin vastauksissa muun muassa seuraavasti:

”Erilaiset viihdelaitteet ovat tuhonneet luku- ja keskittymiskyvyn. Koulun arvostus on vähäistä, mikä heijastuu vaikkapa kotitehtävien tekemiseen.”

”Siitä, että oppiaine on uusi ja kemia koetaan valmiiksi haastavana oppiaineena.”

Vehmanen (2020) toteaa alakoulusta yläkouluun siirtymisen ajoittuvan samaan aikaan murrosiän psyykkisten ja fyysisten muutosten kanssa sekä nuoren persoonallisuuden kehityksen kanssa. Woolfolkin (2021) mukaan limboiden järjestelmän kypsymisen vuoksi nuoret ovat herkkiä nautinnon etsimisessä ja emotionaaliseen stimulaatioon tarvitsevat voimakkaampia ärsykeitä: opiskelu voi tuntua tylsältä ja kiinnostuksen herättämiseen vaaditaan suurempia toimia. Yksi vastaaja perää myös kotien vastuuta:

”Kotien pitäisi panostaa enemmän lasten opiskeluun: kysellä läksyistä, vahtia, että lukuläksykin tehdään. 7.-luokkaainen on usein liian nuori huolehtimaan tästä itsenäisesti.”

Tutkimuskysymykseen 4. *Mitä haasteita kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon liittyy? Miten näitä voidaan tukea?* haettiin vastausta kemianopettajilta kysymällä syitä kemian kielen oppimishaasteille. Tulokset on koottu taulukkoon 9. Vastauksissa esiin nousivat huonot suomen kielen taidot. Lisäksi opiskeltavien asioiden abstraktius, käsitteiden haastavuus ja monimutkaisuus sekä näiden muistaminen ovat vastanneiden opettajien mukaan syynä kemian kielen oppimishaasteille.

Taulukko 9. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Millaisia haasteita kemian kielen oppimiseen liittyy?

Kemian kielen oppimishaasteita			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Kieli; lukutaito, kirjoittaminen	-Yleensä verrattavissa lukutaitoon: mitä heikompi alkutestin tulos on, sitä haastavampaa kemiassa myös on. -Lukutaidon ymmärtämisellä. -Kun isot ja pienet kirjaimet eivät ole äidinkielessä kohdallaan, niiden merkitystä kemian merkkikielessäkään ei ymmärretä. -S2-oppilaille suomen kielen taito usein niin olematon, että alkeellinenkaan kommunikointi ei oikein tahdo onnistua.	4/14
	Kemian kieli; käsitteet, symbolit	-Haasteita tuo vaikeat käsitteet ja asioiden abstraktisuus. -Uudet abstraktit termit ja uudet symbolit ovat haastavia. Uusia monimutkaisia käsitteitä on haastavaa oppia. -Termien opiskelu ja käyttö voi olla vaikeaa, mutta erityinen ongelma on, että ne unohtuvat helposti. -Kemian kirjoissa osa asioista on selitetty mutkikkaalla ja vaikea sellaisella kapulakielellä.	4/14
Motivaatio	Asenne	-Kemian kieltä ei koeta samalla tavalla keskeiseksi kieleksi kuin esim. englantia. Koetan kannustaa selittämään asioita kemian käsitteillä, eikä kadunmiehen tyyliin.	1/14
		-En osaa sanoa.	1/14

Vastaajat olivat huolissaan äidinkielen tai suomen kielen haasteiden vaikutuksesta myös kemian opiskeluun, kuten seuraavista vastauksista voidaan ymmärtää:

”Yleensä verrattavissa lukutaitoon: mitä heikompi alkutestin tulos on, sitä haastavampaa kemiassa myös on.”

”S2-oppilaille suomen kielen taito usein niin olematon, että alkeellinenkaan kommunikointi ei oikein tahdo onnistua.”

”Kun isot ja pienet kirjaimet eivät ole äidinkielessä kohdallaan, niiden merkitystä kemian merkkikielessäkään ei ymmärretä.”

Opettajilta kysyttiin, kuinka he opettavat uusia kemian sanoja ja käsitteitä. Tällä haluttiin selvittää, miten opettajat huomioivat kemian kielen oppimisen opetuksessaan. Kemianopettajien uusien sanojen ja käsitteiden opettamisen keinot osoittautuivat vastauksissa (taulukko 10) monipuolisiksi. Etsittäessä vastausta tutkimuskysymykseen 3. *Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen? Miten kemian*

oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa? olisi yksi mahdollinen keino lisätä kemian oppimisvalmiuksia käyttämällä samoja opetusmetodeja ympäristöopin sanojen ja käsitteiden opetuksessa kuin kemian opetuksessa. Tällöin menetit olisivat oppilaille tuttuja ja opiskelustrategioita olisi opeteltu jo alakoulun aikana.

Taulukko 10. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Kemian aloituksessa tulee runsaasti uusia oppilaille vieraita sanoja ja käsitteitä. Miten huomioit näiden oppimisen opetuksessasi?

Uusien kemian sanojen ja käsitteiden opettaminen		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Painottaminen	-Opettamalla hyvin. -Eryteisesti ne käydään läpi. -Käymme aina yhdessä uudet käsitteet läpi ja koetamme sitoa niitä käytäntöön. -Käsitteitä käydään läpi huolellisesti ja monta kertaa... -Mallittaa... -Pysähdytään jatkuvasti uusien sanojen kohdalle... -Selitän näitä oppilaille...	7/14
Rajaaminen, yksinkertaistaminen	-Kokonaisuuksien rajaaminen... -...Yksinkertaistaa asioita. Kemiassa voi asioita käydä läpi yksinkertaisimmillakin tavoilla. -...Vältetään liiallista käsitteellisestä pelleilyä ja termeillä brassailua ja keskitytään asioiden ymmärtämiseen. Esim. varoitusmerkeissä oleellisempaa sisältö kuin nimet.	3/14
Muistiinpanojen kirjoittaminen	-Kirjoittamalla muistiinpanoja tärkeistä asioista... -Kirjoitamme kappaleista muistiinpanoja, joissa mm. uusia käsitteitä on selitetty. Toki käymme ne läpi myös yhteisesti...	2/14
Ulkoaopettelu	-Vaadin osan opettelua ulkoa...Muuten ei yhteistä kemian kieltä löydy. -...Osa käsitteistä oppilaan pitää opetella ulkoa. -...Muistisäännöt ja muut oppimisstrategiat. -...Ulkoa opeteltavat asiat olen pelillistänyt...	4/14
Testaaminen	-...Testaan... -...Labravälineistä ja alkuaineiden nimistä ja merkeistä pidän pieniä testejä. Niihin lukiessa oppilaat oppivat näitä vieraita sanoja.	2/14
Kokeellisuus	-...Joka kerta tehdään joku labratyö.	1/14
Pelillistäminen	-Näitä harjoitellaan monipuolisesti hyödyntäen perinteisiä metodeja (mm. muistipeli, alkuainebingo) ja digitaalisia metodeja (blooket, Quizlet jne). -...Ulkoa opeteltavat asiat olen pelillistänyt esim alkuainebingo tikkaripalkinnolla.	2/14
Kertaaminen	-...Toisto. -...Selitän ne useimmiten moneenkin kertaan tunnilla... -Kertaamalla niitä useasti. -...Kertaamalla. -Toistamalla asioita tarpeeksi, painottamalla usein toistuvien asioiden jäävän pikkuhiljaa mieleen. Saman asian läpikäyminen monella tavalla. -...Esim. atomin osien nimeäminen tai työvälineiden nimeäminen vaan täytyy oppia, ja siihen pitää käyttää aikaa ja toistoa.	6/14

Vastaukseksi saatiin monipuolisia opetustapoja. Kahdessa vastauksessa (2/14) nostettiin esiin pelillistämisen:

”Näitä harjoitellaan monipuolisesti hyödyntäen perinteisiä metodeja (mm. muistipeli, alkuainebingo) ja digitaalisia metodeja (blooket, Quizlet jne).”

Markicin ja kollegoiden (2013) mukaan sanastoa voi harjoitella erilaisilla peleillä (sananselitys, rikkinäinen puhelin, domino, muistipeli) tai aukkotehtävillä. Myös sanaristikot toimivat tässä (Markic & Childs, 2016). Sananselitys toimii myös hyvänä menetelmänä: oppilas selittää erilaisia merkkejä, termejä ja symboleja omin sanoin suullisesti ja kirjallisesti (Turpeenoja, 2008).

Yksi vastaaja (1/14) vastasi, että joka kerta tehdään joku kokeellinen työ. Kokeelliset työt, niistä tehtävät johtopäätökset sekä opettajan selitykset käsitteiden soveltamisesta kehittävät luonnontieteiden osaamista (Lehtinen & Nissinen, 2018). Ryhmässä työskentely edistää myös käsitteiden käyttämistä (Ketonen, 2020).

Vastaajat nostivat esiin kemian sanojen ja käsitteiden opetuksessa tärkeiksi painottamisen (7/14), kertaamisen (6/14) ja rajaamisen (3/14). Markic ja kollegat (2013) toteavat että sanoja kannattaa opettaa tietoisesti vain vähän kerrallaan. He huomauttavat, että vieraita käsitteitä ei ole suositeltavaa esitellä heti tunnin aluksi, vaan vasta kun asia on esitelty ja ymmärretty, lisätään kemian kieltä. Hekin korostavat selkeyttä ja toistoa: Uudet sanat kannattaa listata näkyviin ja kerrata seuraavan tunnin alussa. Selkeys ja tiiviys ovat muistiinpanoissa oleellista. Myös ulkoa opettelua sanojen oppimisessa vaadittiin neljässä vastauksessa (4/14) ja kaksi vastaajaa (2/14) luotti testien pitämiseen.

Tutkimuskysymykseen 4. *Mitä haasteita kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon liittyy? Miten näitä voidaan tukea?* haettiin vastausta kemianopettajilta kysymällä, miten he tukevat kemian kielen oppimishaasteita. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Miten kemian kielen oppimista voidaan mielestäsi tukea?

Kemian kielen oppimishaasteissa tukeminen		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Havainnollistaminen	-Erilaisilla havainnollistamisvälineillä (kokeelliset työt, demot, mallit, kuvat, simulaatiot).	1/14
Kielitietoinen kemianopetus	-Opettamalla kielitietoisesti. -Yksinkertaiset virkerakenteet ja selkokielen materiaali ihan yleisopetuksessakin, erityisesti jos luokassa on paljon S2-oppilaita tai tuen tarpeellisia. -...Osassa kirjasarjoista on e-kirjoissa asia esitetty yksinkertaisemmin ja niistä saa opettajakin hyviä lähestymistapoja yksinkertaisempaan selitykseen, jonka jälkeen voi hieman kielellisempään tapaan. -Oppilaiden pitää ruveta itsekin puhumaan ja kirjoittamaan kemiaa. Uudet sanat käyttöön!... -...Käyttämällä kemia kieltä tunneilla. -...Koetan kannustaa selittämään asioita kemian käsitteillä, eikä kadunmiehen tyyliin.	6/14
Pelillistäminen	-...Pelin/toiminnallisuuden kautta mieleen jäävät kemian termit. -Pelillistämällä...	2/14
Kertaaminen	-...Kertaamalla käsitteitä. -Oppimista tukee parhaiten toistot... -...Edetään kohtuullista vauhtia.	3/14

Vastauksissa opettajat nostivat esiin kielen oppimishaasteiden tukemiseen hyödyllisinä keinoina kertauksen, havainnollistamisen ja pelillisyyden. Eräs vastaaja uskoi pelien ja toiminnallisuuden auttavan termien mieleen painamisessa:

”Haasteita tuo vaikeat käsitteet ja asioiden abstraktisuus. Oppimista tukee parhaiten toistot ja pelin/toiminnallisuuden kautta mieleen jäävät kemian termit.”

Kielitietoinen kemian opetus nostettiin myös esiin vastauksissa (6/14). Oppilaiden erilaiset kielellisen valmiudet tulee huomioida opetuksessa (Andersen & Ruohotie-Lyhty, 2019). Oppilaiden äidinkieli ja kulttuuritausta vaikuttaa myös kemian oppimiseen (Markic & Childs, 2016). Opettajan on huomioitava oppilaiden yleinen kielellinen taito: taito lukea, kirjoittaa ja puhua (Markic ym., 2013). Kielitietoisessa opetuksessa tavoitteena on mahdollistaa kaikkien oppilaiden osallisuus (Aalto ym., 2019). Oppilaan kielellisiä valmiuksia voi tukea rakentamalla tuntiin dynamiikkaa, visualisoimalla ja havainnollistamalla, käyttämällä eleitä ja jäsentelemällä puhetta (Aalto ym., 2019). De Jong ja kollegat (2013) suosittelevat välttämään monimerkityksellisiä ilmaisuja ja tarkentamaan aina täsmällisesti, onko kyseessä makro- vai mikrotahon käsite.

Tutkimuskysymykseen 3. *Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?* haettiin vastausta myös suoralla kysymyksellä kemianopettajille avoimissa kysymyksissä. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Sisällönanalyysin tulokset: Kemianopettajien vastaukset kysymykseen: Mitä alakoulussa ja erityisesti ympäristöopin opetuksessa pitäisi mielestäsi painottaa, jotta kemian aloitus ja oppiminen olisi 7. luokalla sujuvampaa?

Sujuvan kemian opiskelun aloittamista edistävät alakoulussa harjoiteltavat asiat			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet 5/14	Lukutaito	-...Lukutaito, luetun ymmärtäminen... -Osaa etsiä kirjasta tietoa... -Jos heti ei tiedä, vastauksen löytää usein kirjan kappaleesta. -Lukeminen...	4/14
	Monilukutaito	-Monilukutaito...Osattaisi tulkita yksinkertaisia kuvaajia...	1/14
Kielelliset valmiudet Aistitoiminnot Toiminnanohjaus	Ohjeet	-Ohjeiden kuuntelun ja noudattamisen taitoja. -...Ohjeiden seuraaminen. -...Ohjeiden lukeminen ja noudattaminen...	3/14
Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Opiskelutaidot	-...Työskentelytaidot... -Perusasioista. -Luokassa toimimista (ei syödä, käytetään tarvittavia suojavarusteita, käsitellään tavaroita varovaisesti, toimitaan yleensäkin ohjeiden mukaan)... -Pitkäjänteisyyttä. -...Sietää epäonnistumisia. -...Sinnikkyys.	5/14
Metakognitio Motoriikka Aistitoiminnot Itsesäätelytaidot Toiminnanohjaus Sosiaaliset taidot	Tutkimisen taidot	-Kokeellisuutta ja tukimusta. -Alakoulussakin pitäisi tehdä kokeellisia tutkimuksia ja harjoitella helppoa työskentelystä johtopäätösten tekemistä. -Kokeellista työskentelyä voisi enemmän jo alakoulun puolella harjoitella. Niiden havainnointi ja asioiden perustelevminen olisi tärkeää... -Havaintojen teko. Uteliaisuus ilmiöihin. -...Rohkeutta tutkia asioita...	5/14
Ajattelun taidot Kielelliset valmiudet Muisti	Kemian sisällöt, luonnontieteellisen ajattelu	-...Perustiedot luonnontieteistä olisi hyvä oppia, jolloin oppilaat ymmärtävät eri luonnontieteellisten oppiaineiden yhteyden toisiinsa. -...Osaa muutaman alkuaineen kemiallisen merkin, veden kaavan ja olomuodot. -Jos osattaisi alkuaineiden kemiallisia merkkejä...	2/14
Ajattelun taidot	Matematiikka	-...Tiedettäisi, että luvun 3 voi jakaa kahdella...looginen päättelykyky.	1/14
Ei kannata kemian sisältöjen opiskelua alakoulussa		-Ei välttämättä niinkään kemian sisältöjä: Jos lähdetään luokanopen johdolla opiskelemaan sisältöjä, niin äkkiä menee pieleen ja sitten tulee tarve poisoppimiseen.	1/14
Ei osaa sanoa		-En tunne alakoulun sisältöjä, joten en osaa sanoa mitä siellä tulisi painottaa.	1/14

Yläkoulun opettajat pitivät tärkeinä jo alakoulussa opittavana asiana perustaitoja ja opiskelutaitoja (5/14). Merkillepantavaa on se, että motivointia ja innostamista ei maininnut kukaan opettajista tässä yhteydessä. Tutkimisen taidot ja kokeellisten töiden tekeminen nousivat esiin viidessä vastauksessa (5/14). Vastaajat toivoivat alakoulussa painotettavan muun muassa:

”Havaintojen teko. Uteliaisuus ilmiöihin.”

”Alakoulussakin pitäisi tehdä kokeellisia tutkimuksia ja harjoitella helppoa työskentelystä johtopäätösten tekemistä.”

Tutkimusten tekeminen ympäristöstä on luonnontieteiden opetuksessa tärkeää. Oppiminen tapahtuu kumulatiivisesti vanhan tiedon päälle kokemusten kautta, tekemällä havainnoista johtopäätöksiä yhteistyössä muiden kanssa (Harlen, 2006, s. 3-5). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) luonnontieteiden opetuksessa alakoulun ympäristöopissa ja yläkoulun kemian opetuksessa tavoitteina on kehittää oppilaan taitoa muodostaa kysymyksiä ja tehdä havaintoja. Oppilasta ohjataan myös johtopäätösten tekemiseen. POPS2014:ssa laaja-alaisena opetuksen tavoitteena on ajattelun taitojen kehittäminen: L1 ajattelu ja oppimaan oppiminen. Vuosiluokilla 3-6 ajattelun taitoja harjoitellaan erityisesti vahvistamalla oppilaiden kysymisen taitoa, sekä itsenäistä ja ryhmässä tapahtuvaa vastausten hakemista havainnoiden, tietolähteiden ja apuvälineiden avustuksella.

8.2 Kyselytutkimus alakoulun luokanopettajille

Alakoulun luokanopettajien kyselytutkimuksen tulosten mukaan kaikkia kysytyjä taitoja tarvitaan kemian oppimisessa. Vain yksi vastaaja ilmoitti, että tulosten luotettavuuden pohtiminen ei ole oleellista kemian oppimisessa. Tämä vahvistaa kirjallisuuden pohjalta koottuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5 Yhteenveto kemian oppimisvalmiuksista): alakoulun opettajat olivat samaa mieltä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä. Tulokset ovat yhtenevät yläkoulun kemianopettajien näkemykseen (kts luku 8.1).

Kyselyssä (Liite 2 Kyselylomake alakoulun opettajat) opettajia pyydettiin arvioimaan oppilaiden keskimääräisiä oppimisvalmiuksia. Lomakkeella kysyttiin: Millaiset ovat mielestäsi

keskimäärin 6.-luokkalaisten oppimisvalmiudet, joilla he siirtyvät yläkouluun aloittamaan kemian opiskelun? Tällä pyrittiin saamaan vastausta tutkimuskysymykseen *1. Millaiset valmiudet 7.-luokkalaisilla on kemian oppimiseen?* ja *3. Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen?* Oppilaat aloittavat kemian opinnot alakoulun jälkeen niillä valmiuksilla, mitä heille on siellä rakentunut. Monivalintakysymysten tuloksia tarkastellaan seuraavaksi (samalla tavalla kuin kemianopettajien kyselyn tuloksia) kahdessa ryhmässä: kieleen liittyvät oppimisvalmiudet ja muut oppimisvalmiudet.

8.2.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kieleen liittyvät monivalintakysymykset jaoteltiin seuraavien otsikoiden alle: lukutaito, käsitteiden oppiminen, monilukutaito ja abstrakti ajattelu sekä mallintaminen. Jaottelu on sama, mitä käytettiin kemianopettajien kyselytulosten analysoinnissa (luvussa 8.1) Tarkastellaan näiden taitoalueiden tuloksia alakoulun opettajien kyselyssä. Tulokset on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Alakoulun opettajien monivalintakysymysten tulokset, kieleen liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti, 4 = osataan hyvin, 5 = osataan erinomaisesti, 6 = ei ole oleellista kemian oppimisessa

Luokanopettajien arvio 6.-luokkalaisten taidoista		f						ka	kh
		6	1	2	3	4	5		
lukutaito	osaa lukea kemian kirjan kappaleen itsenäisesti	0	0	0	2	3	0	3,60	0,55
	löytää kappaleesta tärkeät asiat	0	0	2	3	0	0	2,60	0,55
	ymmärtää lukemansa	0	0	0	5	0	0	3,00	0,00
	käyttää lukustrategiaa	0	0	2	3	0	0	2,60	0,55
	pohtii tekstin luotettavuutta	0	1	2	2	0	0	2,20	0,84
	yhteensä	0	1	6	15	3	0	2,80	0,71
käsitteiden oppiminen	ymmärtää uudet kemian sanat tai käsitteet	0	0	2	3	0	0	2,60	0,55
	muistaa uudet sanat tai käsitteet	0	0	1	3	1	0	3,00	0,71
	selvittää mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat	0	0	3	2	0	0	2,40	0,55
	käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen	0	0	3	2	0	0	2,40	0,55
	yhteensä	0	0	9	10	1	0	2,60	0,60
monilukutaito	osaa tulkita kuvia kemiassa	0	0	0	4	1	0	3,20	0,45
	osaa tulkita kuvaajia ja taulukoita	0	0	1	1	3	0	3,40	0,89
	osaa käyttää kemian merkkejä ja symboleja	0	0	2	3	0	0	2,60	0,55
	yhteensä	0	0	3	8	4	0	3,07	0,70
abstrakti ajattelu ja mallintaminen	ymmärtää kemian abstrakteja asioita	0	0	3	2	0	0	2,40	0,55
	ymmärtää mallien tarkoituksen	0	0	0	5	0	0	3,00	0,00
	osaa käyttää malleja kuvaamaan asioita	0	0	3	2	0	0	2,40	0,55
	hahmottaa kolmiulotteisia kuvioita	0	0	1	4	0	0	2,80	0,45
	yhteensä	0	0	7	13	0	0	2,65	0,49

Kyselyssä heikoimmaksi oppilaiden taidoksi alakoulun opettajat arvioivat tekstin luotettavuuden pohtimisen taidon. Se sai keskiarvon 2,2, eli tämän arvioitiin olevan oppilaille haastavaa. Tekstin luotettavuuden pohtiminen eli kriittinen luetun tarkastelu on osa monilukutaitoa (Vartiainen, 2022). Kuten luvussa 2.3.1 esitellyn Bloomin taksonomian Andersonin ja Krathwohlin 2001 uudistaman version mukaan oppimiseen liittyvän ajattelun kuusi portaisessa asteikossa arviointi on sijoitettu toiseksi korkeimmalle paikalle: tiedon luotettavuuden arvioimiseksi tarvitaan kehittyntä ajattelun taitoa (Krathwohl, 2002). POPS2014:ssä (Opetushallitus, 2014) todetaan, että vuosiluokilla 3.-6. oppilaat harjaantuvat vähitellen asioiden kriittiseen tarkasteluun ja yläkoulussa oppilaille tarjotaan mahdollisuus tarkastella asioita kriittisesti eri näkökulmista. Kriittisen ajattelun taito on siis 6. -luokkalaisilla vasta kehittymässä. Linnilän (2006, s. 62) mukaan valmiuden ollessa kehittymässä, tarvitaan vuorovaikutusta: lapsi suoriutuu tehtävistä aikuisen tuen avulla. Oppiessaan ja sisäistäessään lapsi pyrkii itseohjautuvuuteen, jolloin hän kykenee jatkossa itse ohjaamaan, suunnittelemaan ja tarkkailemaan toimintaansa. Kemian opetus, kuten kaikkien luonnontieteiden opetus, on oivallinen tapa harjaannuttaa kriittistä ajattelua, koska siinä käytetään tiedon keräämiseksi havaintojen tekemistä, kokeilemista ja päätelmien tekemistä (Söderberg, 2020). Lisäksi kemian kokeellisessa opetuksessa korostuvat kysyminen ja kriittiseen ajatteluun johdattelu (Ketonen 2020, s. 24).

Alakoulun opettajilta heikot arviot saivat myös oppilaiden taito selvittää, mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat (ka 2,40) ja taito käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen (ka 2,40). Käsitteiden oppimisen kategoria saikin kaikista huonoimman keskiarvon (2,60). Tässä kohtaa tutkimuksen hypoteesi siitä, että kemian oppimisvaikeudet liittyisivät käsitteiden oppimisen haasteisiin, sai siis vahvistusta.

Myös abstraktien asioiden ymmärtäminen kemiassa sekä mallien käyttö asioiden kuvaamisessa sai matalat arviot (molemmissa ka 2,40). Tämäkin on tutkimuksen hypoteesin mukainen. Lapsen kognitiivinen kehitys muuttuu erityisesti kahdestatoista ikävuodesta eteenpäin, kun abstrakti ajattelu mahdollistuu formaalisten operaatioiden ymmärryksen kehittyessä (Vehmanen, 2020, s. 30-31). Abstraktin ajattelun valmius on siis vasta kehittynyt tai kehittymässä 13-vuotiailla 7.-luokkalaisilla: valmiuden ollessa kehittymässä tarvitaan vuorovaikutusta ja aikuisen tukea (Linnilä, 2006, s. 62).

Valmius lukea oppikirjan kappale itsenäisesti arvioitiin 6. luokan oppilaiden kieleen liittyvistä monivalintakysymyksistä kaikkein vahvimaksi taidoksi (ka 3,60). Kolme vastaajaa (3/5) avioivat, että tämä osataan hyvin, ja kaksi vastaajaa (2/5) antoi vastauksen: osataan kohtalaisesti. Monilukutaidon alle ryhmitellyt monivalintakysymykset saivat yhteensä korkeimmat arviot (yhteensä ka 3,07).

8.2.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kyselylomakkeella muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset oli ryhmitelty seuraavien otsikoiden alle: toiminnanohjaus ja opiskelutaidot, ja näiden tulokset on esitetty taulukossa 14. Alakoulun opettajilta ei kysytty oppilaiden kemian opiskelun motivaatiosta, kuten yläkoulun kemianopettajien kyselyssä tehtiin. Tämä rajattiin pois siksi, koska ajateltiin, että alakoulussa kemia opetetaan ympäristöopin sisällä, eikä kemian motivaatiota ole kokonaisuudesta kovinkaan helppo eritellä. Yläkoulun kemianopettajat sen sijaan pystyvät havainnoimaan 7.-luokkalaisten kemian opiskelumotivaation suoraan ensimmäisillä kemian kursseilla yläkoulussa.

Taulukko 14. Alakoulun opettajien monivalintakysymysten tulokset, muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti, 4 = osataan hyvin, 5 = osataan erinomaisesti, 6 = ei ole oleellista kemian oppimisessa

Luokanopettajien arvio 6.-luokkalaisten taidoista		6	1	2	f			ka	kh
					3	4	5		
tutkimuksen tekemisen taidot	osaa suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia	0	0	2	3	0	0	2,60	0,55
	osaa muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	0	0	1	2	2	0	3,20	0,84
	osaa käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia	0	1	0	2	2	0	3,00	1,22
	pohtii tulosten luotettavuutta	1	0	2	2	0	0	2,50	0,58
	yhteensä	1	1	5	9	4	0	2,84	0,83
toiminnan ohjaus	noudattaa ohjeita kemian tunnilla	0	0	0	1	4	0	3,80	0,45
	ymmärtää kirjallisia ohjeita	0	0	0	5	0	0	3,00	0,00
	ymmärtää suullisia ohjeita	0	0	0	0	5	0	4,00	0,00
	pystyy opiskelemaan itsenäisesti esim poissaollessa	0	0	3	2	0	0	2,40	0,55
	suuntaa tekemisen aiheeseen	0	0	0	2	3	0	3,60	0,55
	kysyy opettajalta, jos ei ymmärrä	0	0	0	0	3	2	4,40	0,55
yhteensä	0	0	3	10	15	2	3,53	0,78	

Tarkasteltaessa muita kuin kieleen liittyviä oppimisvalmiuksia tuloksista käy ilmi, että opettajat arvioivat oppilaiden itsenäisen opiskelun taidot kaikkein heikoimmaksi (2,40). Myös tulosten luotettavuuden pohtiminen on oppilaille haastavaa (ka 2,50). Tämä tulos on yhtenevä yläkoulun

kemianopettajien kyselyn tuloksiin, sillä molemmissa juuri nämä kaksi väitettä saivat alhaisimmat arviot (kts. luku 8.1.2).

Tutkimuksen tekemisen taidot saivat keskiarvoksi 2,84, eli tämän arvioitiin osattavan kohtalaisesti. Opettajien mielipiteet jakautuivat rajuin oppilaiden taidosta käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia (kh 1,22). Yksi vastaaja (1/5) oli sitä mieltä, että tämä on erittäin haastavaa oppilaille, kun taas kaksi vastaajaa (2/5) oli sitä mieltä, että tämä osataan hyvin. POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) ympäristöopin arviointikriteerien mukaan tutkimisen taitojen vähimmäisvaatimuksena 6. luokan päätteeksi on sellaiset taidot, että oppilas osaa osallistua havainnointiin, mittaamiseen ja tulosten dokumentoimiseen ja kertoa näistä ohjatusti sekä osaa ohjatusti kuvailla tehtyä tutkimusta ja sen tuloksia käyttäen hyödyksi tutkimuksessa kerättyä tietoa tai havaintoja. Alakoulussa tutkimuksen tekemistä siis tulee POPS:in tavoitteiden mukaan harjoitella, jotta valmiuksia tutkimusten tekemiseen olisi yläkouluun siirryttäessä, mutta riittää, että oppilas pystyy tähän ohjatusti.

Alakoulun opettajien mielestä vahvimmin osataan kysyä opettajalta, jos ei ymmärretä (4,40), tämä osataan siis hyvin. Kolme vastaajaa (3/5) oli sitä mieltä, että oppilaat osaavat kysyä opettajaa apuun hyvin ja kaksi vastaajaa (2/5) arvioi taidon jopa erinomaiseksi. Taito kysyä apua sitä tarvittaessa on osa itseohjautuvuutta (Yrjölä, 2021). Opettajalta kysyminen nousi myös yläkoulun kemianopettajien kyselyssä oppilaiden vahvimmaksi oppimisvalmiuden osa-alueeksi (kts. luku 8.1.2).

Alakoulun opettajien kyselyn monivalintakysymyksien tuloksissa korkeimman keskiarvon sai suullisten ohjeiden ymmärtäminen (ka 4,00), sillä sen arvoitiin yksimielisesti osattavan hyvin. Kirjallisten ohjeiden ymmärtäminen arvioitiin suullisten ohjeiden ymmärtämistä heikommaksi (ka 3,00), sillä se sai yksimielisen arvion: osataan kohtalaisesti. Toiminnanohjauksen kategoria sai koko kyselyn korkeimman yhteensä keskiarvon 3,53. Oppilaiden valmiudet noudattaa ohjeita kemian tunnilla (ka 3,80) ja suunnata tekeminen aiheeseen (ka 3,60) sai alakoulun opettajilta hyvät arviot.

Monivalintakysymysten perustella alakoulun opettajat arvioivat 6.-luokkalaisten oppilaiden kemian oppimisvalmiudet kohtalaisiksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa ovat 2,60-3,53. Alakoulun opettajat antoivat eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” vastauksia

käsitteiden oppimista, lukutaitoa ja abstraktia ajattelua sekä mallintamista koskeviin kysymyksiin.

8.2.3 Avoimet kysymykset

Alakoulun opettajilta kysyttiin, onko jokin kemian oppimisvalmiuden osatekijöistä sellainen, että sitä ei harjoitella alakoulussa lainkaan. Tällä pyrittiin saamaan tietoa tutkimuskysymykseen *3. Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen?* ja jääkö jokin oppimisvalmiuden osatekijä selkeästi puutteelliseksi alakoulussa. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 15. Alakoulun opettajien kyselytutkimuksen tulosten mukaan lähes kaikkia kemian oppimisvalmiuksien osatekijöitä harjoitellaan alakoulussa: Yksi vastaaja (1/5) ilmoitti, että mallintamista ei harjoitella alakoulussa.

Taulukko 15. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Onko jokin edellä mainituista taidoista (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) sellainen, jota ei alakoulun aikana harjoitella lainkaan?

Onko jokin em. taidoista (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) sellainen, jota ei alakoulun aikana harjoitella lainkaan?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Ei: Kaikkia kemian oppimisvalmiuksien osa-alueita harjoitellaan alakoulussa.	-Ei -Opsin mukaan kaikkia tulisi harjoitella. -Ei. Kaikkea tulee ainakin hieman. -Ensimmäinen reaktio useimmilla "ikinä kuullutkaan" vaikka olisikin tullut vastaan useita kertoja.	4/5
Kyllä: Mallintamista ei harjoitella	-Tutkimuksen tekemisen sanoittaminen haastavaa, mallintamista ei harjoitella. Useita asioita mainitaan tai kuullaan ekaa kertaa, mutta heillä menee aikaa yhdistää muistamaansa.	1/5

Opettajilta kysyttiin, onko jokin kemianoppimisvalmiuksien osataito erityisen haastava opettaa alakoulussa niin oppijalle kuin opettajalle. Tällä pyrittiin saamaan tietoa tutkimuskysymykseen *3. Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?* Jos haastavat asiat olisivat tiedossa, voitaisiin niihin kohdentaa tukea. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Minkä edellä mainitun taidon (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) opettamisen koet haastavana?

Minkä edellä mainitun taidon (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) opettamisen koet haastavana?			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät	Ryhmittely	Vastaus	Vastaus-ten lkm
Kielelliset valmiudet Motivaatio	Käsitteiden oppiminen Kiinnostus	-Käsitteiden oppiminen niille, joita ei kiinnosta/ole motia.	1/5
Kielelliset valmiudet Tarkkaavaisuus Itsesäätelytaidot Metakognitio Muisti	Sanasto Luetun ymmärtäminen Hätäisyys Oppiminen vaihtelee Muistaminen Perusasiat haastavia	-Paljon oppilailla haasteita sanaston kanssa jo kaikissa aineissa. Luetun ymmärtäminen vie aikaa ja ollaan hätäisiä. Johdattelevalla keskustelulla yms pääsemme asioiden äärelle kyllä, mutta usein asioiden oppiminen ja muistiin jääminen on hyvin vaihtelevaa. Sisältöä useissa aineissa joutuu karsimaan, kun ihan perusteiden kanssa usein haasteita.	1/5
Ajattelun taidot	Abstrakti ajattelu	-Abstrakti ajattelu, koska lapset ovat juuri tulleet siihen kehitysvaiheeseen, jossa sen harjoittelu alkaa vasta onnistua. -Koen, että abstraktia ajattelua on hankala opettaa. Sen opetteluun ja opettamiseen liittyy niin laajaa tietoa ja osaamista sekä soveltamista. -Abstrakti ajattelu (ja mallintaminen) on itselle vierainta, joten se varmasti...	3/5
Ajattelun taidot Aistitoiminnot	Mallintaminen	-(Abstrakti ajattelu ja) mallintaminen on itselle vierainta, joten se varmasti. Myös oma hahmotushäiriö haastaa.	1/5

Opettajat nostivat vastauksissaan (3/5) esiin abstraktin ajattelun haastavuuden opettamisen. Yksi vastaaja (1/5) toi esiin vastauksessaan abstraktin ajattelun olevan vasta kehitysmässä:

”Abstrakti ajattelu, koska lapset ovat juuri tulleet siihen kehitysvaiheeseen, jossa sen harjoittelu alkaa vasta onnistua.”

Abstraktien asioiden ymmärtäminen sai matalan arvion (ka 2,40) myös monivalintakysymyksissä. Abstrakti ajattelu mahdollistuu formaalisten operaatioiden ymmärryksen kehittyessä 12-vuotiaasta eteenpäin (Vehmanen, 2020, s. 30-31). Alakoululaisille abstraktin ajattelun oppiminen on näin ollen mahdollista vasta noin 6. luokalla. Myös sanasto, käsitteet ja luetunymmärtäminen nähtiin haastavina opettaa, eli kielellisten valmiuksien opettamisen haasteet korostuivat opettajien vastauksissa.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli löytää keinoja siihen, miten 7.-luokkalaiset saisivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun. Alakoulun opettajilta kysyttiin, mitkä taidot he kokevat erityisen tärkeiksi kemian oppimisen alkuvaiheessa (taulukko 17) ja minkä taitojen oppimista he painottavat erityisesti omassa opetuksessaan (taulukko 18). Tarkoituksena oli löytää niitä ajatuksia, mitä alakoulun opettajat tietävät kemian oppimisvaatimuksista, ja kuinka hyvin he voivat tukea oppimisvalmiuksien rakentumisessa jo alakoulussa. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelun aloitusta ajatellen?

Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelun aloitusta ajatellen?			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijä	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Kieli Monilukutaito	-Käsitteiden oppiminen. -Monilukutaito sekä käsitteiden oppiminen. Kemiassa käytetään paljon erilaisia käsitteitä ja jos pohjaa niiden opettelulle ei ole, vaikuttaa se suuresti myös kemian opiskeluun jatkossa. -Käsitteiden selittäminen. -Luetun ymmärtäminen.	4/5
Ajattelun taidot	Abstrakti ajattelu	-Abstrakti ajattelu.	1/5
Kielelliset valmiudet Aistitoiminnot Metakognitio Toiminnanohjaus Itsesäätelytaidot	Ohjeet	-Kyky kuunnella ohjeita. -Ohjeiden kuunteleminen. -Ohjeiden noudattaminen.	3/5
Itsesäätelytaidot Tarkkaavaisuus Metakognitio	Keskittyminen, itsesäätely, toiminnanohjaus	-Keskittyminen asiaan, itseohjautuvuus. -Itsesäätely, avun hakeminen.	2/5
Metakognitio Motoriikka Aistitoiminnot Itsesäätelytaidot Toiminnanohjaus	Tutkimuksen tekemisen taidot	-Tutkimustaidot.	1/5

Tärkeimpinä taitoina kemian oppimisen alkuvaiheessa alakoulun opettajat pitivät kielellisiä valmiuksia (vastaajista 4/5) ja valmiutta kuunnella sekä noudattaa ohjeita (vastaajista 3/5). Käsitteiden opiskelun taitoa korostettiin eräässä vastauksessa seuraavasti:

”Monilukutaito sekä käsitteiden oppiminen ovat tärkeitä taitoja kemian opiskelua varten. Kemiassa käytetään paljon erilaisia käsitteitä ja jos pohjaa niiden opettelulle ei ole, vaikuttaa se suuresti myös kemian opiskeluun jatkossa.”

Myös opettajien mielipidettä tärkeimmistä taidoista, joita he omassa opetuksessaan painottavat, kysyttiin (vastaukset koottu taulukkoon 18). Tällä pyrittiin löytämään opettajien arvoja, mitä he ajattelevat tärkeiksi asioiksi opetuksessa, ja mitä he näkevät tärkeänä oppia.

Taulukko 18. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Minkä taitojen oppimista painotat erityisesti omassa ympäristöopin opetuksessasi tai laajemmin luokanopetuksessasi?

Minkä taitojen oppimista painotat erityisesti omassa ympäristöopin opetuksessasi tai laajemmin luokanopetuksessasi?			
Kemian oppimisvalmiuksien osatekijä	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kielelliset valmiudet	Kieli, monilukutaito	-Lukutaito, käsitteiden harjoittelu. -Lukutaito... on tärkeää kaiken opiskelun kannalta. -Uusien käsitteiden ja sanojen hallinta. -Luetun ymmärtämistä.	4/5
Ajattelun taidot	Ymmärtäminen, ajattelu, ongelmanratkaisu	-Asioiden ymmärtämistä laajasta näkökulmasta ja niiden linkittäminen eteenpäin. -Oma ajattelu. -Ongelmanratkaisua ja omien vastausten perustelua.	3/5
Toiminnanohjaus	Toiminnanohjaus	-...Toiminnanohjauksen taidot on tärkeää kaiken opiskelun kannalta.	1/5
Metakognitio Itsesäilytaidot	Perustaidot, painottaminen, työtavat, oppimaan oppiminen	-Erilaiset ympäristöön kuuluvat työtavat. -Työskentelytaidot. -Tiedonhaku materiaaleista. -Perusasiat kuntoon, vaikka sitten jotain asiaa ei ehdittäisi käymään lainkaan.	4/5

Alakoulunopettajat painottavat opetuksessaan kielellisten valmiuksien kehittymistä (4/5 vastaajaa), eli lukutaidon, käsitteiden oppimisen ja luetun ymmärtämisen oppimista. Alakoulussa luodaan pohjaa kaikelle opiskelulle, kuten eräs vastaaja toi esiin:

”Toiminnanohjauksen taidot ja lukutaito on tärkeää kaiken opiskelun kannalta.”

Erilaiset työtavat ja perusasiat nähtiin myös erittäin tärkeinä (4/5 vastausta). Myös ajattelun taitojen harjaantuminen nähtiin tärkeänä (3/5 vastausta). Yksi vastaaja (1/5) nosti esiin asioiden ymmärtämisen:

”Asioiden ymmärtämistä laajasta näkökulmasta ja niiden linkittäminen eteenpäin.”

Kemian käsitteitä pitäisikin opettaa yhdistämällä asioita tosielämään, oppilaille merkityksellisellä tavalla (George ym., 2021). Alakoululaisten luonnontieteiden opetus tulee lähteä tuttujen kohteiden ja tapahtumien tarkastelusta, joista edetään isompiin kokonaisuuksiin linkittämällä tietoa ja selittämällä erilaisia tapahtumia (Harlen, 2006, s. 8-9). Isommat ajatukset taas linkittyvät toisiinsa rakentaen laajemman kokonaisuuden teoriasta tai periaatteesta.

Alakoulun opettajien kyselyssä haettiin vastausta myös tutkimuskysymykseen 4. *Mitä haasteita liittyy kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon?* Opettajilta kysyttiin 6. -luokkalaisten kielellisten oppimisvalmiuksien tasosta. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Millaiset ovat 6.-luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet, joilla hän aloittaa kemian kielen opiskelun? Miten uskot oppilaittesi selviävän?

Millaiset ovat 6.-luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet, joilla hän aloittaa kemian kielen opiskelun? Miten uskot oppilaittesi selviävän?			
Arvio	Vastaus	Syy	Vastausten lkm
Kohtalaiset	-Kohtalaiset, haasteita tulee.	-	1/5
Vaihtelevat	-6-luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet vaihtelevat yksilötasolla todella paljon. Se, kuinka paljon oppilas lukee, vaikuttaa erittäin paljon opiskeluun. Jos lukutaito on muutenkin huono, kemian opiskelu on myös haastavaa, ellei mahdotonta.	Riippuu lukutaidosta	3/5
	-Muutama pääsee heti kiinni aiemmin opitun kautta, mutta isolla osalla on haaste muistaa/yhdistää sanastoa aiemmin opittuun. Keskittymisen ja luetun ymmärtämiset haasteet ovat suurin tekijä.	Muisti Yhdistäminen Keskittyminen Luetun ymmärtäminen	
	-S2-oppilaat ja erityisestuen oppilaat vievät opettajan ajasta nykyään karhun osan. Väitän, että koko oppilasryhmä kärsii tästä eikä kaikkia asioita saada millään käytyä yhdessä läpi. Eriyttäminen on vaikeaa, kun täysin ummikot eivät ymmärrä mitään, turhautuvat ja häiritsevät tuntia.	S2 Erityisen tuen järjestelyt Opettajan ajan riittämättömyys Eriyttämisen haastavuus	
Melko hyvät	-Melko hyvät, toki S2-oppilaille moni uusi käsite ja sana on haastava.	-	1/5

Opettajat arvioivat oppilaidensa kielelliset valmiudet kolmessa vastauksessa (3/5) vaihteleviksi, yhdessä vastauksessa (1/5) kohtalaisiksi, ja yhdessä vastauksessa (1/5) melko hyviksi. Kielellisten oppimisvalmiuksien nähtiin riippuvan lukutaidosta, kuten eräs vastaaja asian ilmaisee:

”6. -luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet vaihtelevat yksilötasolla todella paljon. Se, kuinka paljon oppilas lukee, vaikuttaa erittäin paljon opiskeluun. Jos lukutaito on muutenkin huono, kemian opiskelu on myös haastavaa, ellei mahdotonta.”

E erityisen tuen oppilaiden ja S2-oppilaiden huomioiminen nähtiin haastavana luokanopettajalle. Opetuksen tulisi olla kielitietoista (kts luku 3.4.5), eli oppilaiden erilaiset kielelliset valmiudet tulisi huomioida opetuksessa (Andersen & Ruohotie-Lyhty, 2019). Oppilaiden erilaiset kielelliset valmiudet vaihtelevat oppilaiden taustan mukaan ja voivat johtaa epätasa-arvoon kouluopetuksessa. Opettajan on huomioitava oppilaiden yleinen kielellinen taito: taito lukea, kirjoittaa ja puhua (Markic ym., 2013). Tavoitteena on mahdollistaa kaikkien oppilaiden osallisuus oppiaineen tiedon ja taitojen kehittämiseen (Aalto ym., 2019).

Lopuksi alakoulun opettajilta kysyttiin vielä suoraan, miten he ajattelevat alakoulun ympäristöopin tukevan kemian oppimista yläkoulussa. Tällä haettiin vastausta tutkimuskysymykseen 3. *Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen?* Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 20. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Miten alakoulun ympäristöopin opetus tukee mielestäsi kemian oppimista yläkoulussa?

Miten alakoulun ympäristöopin opetus tukee mielestäsi kemian oppimista yläkoulussa?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Hyvin: Perusasiat toimivat pohjana	-Alakoulun ympäristöopissa opiskellaan perusasioita kemian opiskelua varten. Tavallaan alakoulussa luodaan pohjaa sille, että voidaan laajentaa ymmärrystä erilaisista kemian ilmiöistä yläkoulun puolella. -Jos opettaja maltaa pysyä perusasioiden opettamisessa ja koittaa varmistaa, että niistä olisi oikea käsitys ja ryhmäkoko on pieni, eikä erityisiä oppilaita ole luokassa useita/yhtään niin hyvin.	2/5
Huonosti	-Ei varmaankaan kovin paljon. Kemian osuus on jopa opsissa aika pieni. -Tuskin kovin kummoisesti, sisällöt ja materiaalit ovat melko heppoisia.	2/5
En ole varma: muistetaanko perusteita, opiskelu- ja itsesäätelytaidot	-En ole yhtään varma millaisia asioita 7. -luokalla/yläkoulussa käydään kokonaisuudessaan läpi. Monessa asiassa perusteita on kyllä alakoulussa opiskeltu, mutta niiden asioiden muistiin palauttaminen tuntuu olevan haaste kautta eri koulujen oppilailla. Sisällöllisesti kemiaa tulee pieni pintaraapaisu vasta alakoulussa. Yleisesti opiskelu- ja itsesäätelytaidot ovat paljon merkittävämmässä roolissa ja jos edes niitä olen osannut tankata tarpeeksi oppilaille, olen ylpeä.	1/5

Opettajien vastaukset jakaantuivat kahtia; puolet olivat sitä mieltä, että alakoulun ympäristöoppi tukee huonosti kemian opiskelua, ja puolet olivat sitä mieltä, että perusasiat

saadaan alakoulusta hyvin. Yksi vastaaja ei ollut varma, mutta lopulta hän toteaa tärkeintä olevan opiskelu- ja itsesäätelytaitojen oppiminen:

”En ole yhtään varma millaisia asioita 7 luokalla/yläkoulussa käydään kokonaisuudessaan läpi. Monessa asiassa perusteita on kyllä alakoulussa opiskeltu, mutta niiden asioiden muistiin palauttaminen tuntuu olevan haaste kautta eri koulujen oppilailla. Sisällöllisesti kemiaa tulee pieni pintaraapaisu vasta alakoulussa. Yleisesti opiskelu- ja itsesäätelytaidot ovat paljon merkittävämmässä roolissa ja jos edes niitä olen osannut tankata tarpeeksi oppilaille, olen ylpeä.”

Tulos on saman suuntainen Opetushallituksen (2021) selvityksessä esiin nousseiden tulosten kanssa: alakoulun ja yläkoulun opettajien välillä on tietokatkos. Opettajat eivät tiedä, mitä nivelvaiheen eri puolilla opetetaan. Myöskään yläkoulussa ei tiedetä, millaisia pohjatietoja yläkouluun siirtyvältä on mahdollista odottaa. Opetussuunnitelman tueksi kaivattiin tiivistelmää oleellisista käsitteistä, jotka tulisi osata kuudennen luokan päätteeksi.

Kuudennen luokan aiheita ovat Kyrkön (2017, s. 19-28) oppikirja-analyysin mukaan vaikuttaminen omassa ympäristössä, matkalle maailmaan, me nuoret, energiaa auringosta, kasvien kasvu ja lisääntyminen, ja yhteinen maailmamme. Seitsemännellä luokalla kemiassa opiskeltavia asioita ovat työturvallisuuden lisäksi alkuaineet, veden ja ilman kemia sekä palaminen ja paloturvallisuus.

Myös ala- ja yläkoulun opettajien välisiä keskustelutilaisuuksia toivottiin. Opetushallituksen (2021) selvityksen mukaan alakoulun ympäristöopin opetusta voidaan tukea tarjoamalla opettajille täydennyskoulutusta, kehittämällä opetussuunnitelmaa sekä tuottamalla monipuolisia oppi- ja tukimateriaaleja.

Tutkimuskysymykseen 3. *Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?* haettiin vastausta alakoulun opettajilta kysymällä, miten kemian oppimisen haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä alakoulussa. Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 21.

Taulukko 21. Sisällönanalyysin tulokset: Alakoulun opettajien vastaukset kysymykseen: Miten kemian oppimisen haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä jo alakoulussa?

Miten kemian oppimisen haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä jo alakoulussa?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Kieli	-Luulen, että tässä on sama kuin muissa oppiaineissa. Luetun ymmärtäminen olisi aika keskeistä hallita. -Tuoda kemian kieltä enemmän käyttöön ja puhua siitä, mitkä kaikki asiat ovat kemiaa.	2/5
Metakognitio Itsesäätely	-Oppimisen ja itsesäätelyn taidot kaikissa aineissa. Sisällöllisesti en usko muutokselle olevan tarvetta, mieluummin aikaa perusteiden rakentamiseen aiemmin mainittuihin taitoihin. -Tiedon etsiminen olisi aika keskeistä hallita.	2/5
Opetusjärjestelyt	Pienet ryhmät. S2 ja erityisille riittävä tuki/omat ryhmät?	1/5
Materiaalipaketti	Pitäisi olla joku valmis materiaali, jonka pohjalta asiaa voisi opettaa.	1/5

Opettajien mielestä luetun ymmärtäminen on tärkeä taito hallita, kuten myös perusopiskelutaidot. Yksi vastaaja (1/5) kaipasi haasteiden ennaltaehkäisemiseksi materiaalipakettia:

”Pitäisi olla joku valmis materiaali, jonka pohjalta asiaa voisi opettaa”.

Myös opetushallituksen (2021) raportissa opettajat toivoivat valmiita kokeilusarjoja ja tutkimuspaketteja sekä materiaalipankkia kokeellisista työtavoista valmiine ohjeineen ja tuntisuunnitelmineen. Myös yläkoulun opettajat toivoivat opetushallituksen selvityksessä infopakettia alakoulun ympäristöopista opettamansa aineen osalta, jolla voitaisiin kerrata alakoulussa opittua.

8.3 Kyselytutkimus 8. luokan oppilaille

Kyselytutkimuksessa 8. luokan oppilaille monivalintakysymyksissä kysyttiin, mitä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä he ovat käyttäneet kemian oppimiseen. Vastausten mukaan he ovat käyttäneet lähes kaikkia kysytyjä taitoja kemian oppimisessa. Yksi vastaaja (1/19) ilmoitti, että kemian merkkien ja symbolien käyttöä hän ei ole käyttänyt lainkaan kemian opiskelussa. Viisi vastaajaa (5/19) oli sitä mieltä, että tekstin luotettavuutta ei ole tarvinnut arvioida opiskellessaan kemiaa. POPS2014 (Opetushallitus, 2014) sisältää kuitenkin selkeän tavoitteen sekä ympäristöopissa että kemiassa: oppilaat harjoittelevat tiedon hankkimista ja

käyttämistä sekä tiedon luotettavuuden arviointia ja arvottamista. Myös mallien käyttäminen ja mallin selittäminen olivat yhden vastaajan (1/19) mielestä asioita, joita ei ole opiskeltu 7. luokan kemiassa lainkaan.

Kyselyssä (Liite 3 Kyselylomake 8. luokan oppilaat) oppilaita pyydettiin arvioimaan, kuinka hyvin he mielestään taitavat kemian oppimisvalmiuksien osatekijät. Lomakkeella kysyttiin: Mitä taitoja olet käyttänyt kemian oppimisessa? Arvioi osaamistasi asteikolla 1-5 (1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti) Vastausvaihtoehtona oli myös 6 = en ole käyttänyt kemian oppimisessa, jolla pyrittiin löytämään kemian oppimisvalmiuksiin kuulumattomia osatekijöitä. Monivalintakysymyksillä pyrittiin saamaan vastausta tutkimuskysymyksiin *1. Mitä ovat kemian oppimisvalmiudet?*, *2. Millaiset valmiudet 7. luokkalaisilla on kemian oppimiseen?* ja *Mitkä asiat ovat haastavia kemian aloituksessa...?* Monivalintakysymysten tuloksia tarkastellaan seuraavaksi (samalla tavalla kuin opettajien kyselyn tuloksia luvuissa 8.1 ja 8.2) kahdessa ryhmässä: kieleen liittyvät oppimisvalmiudet ja muut oppimisvalmiudet.

8.3.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kieleen liittyvät monivalintakysymykset jaoteltiin seuraavien otsikoiden alle: lukutaito, käsitteiden oppiminen, monilukutaito ja abstrakti ajattelu sekä mallintaminen. Tällä haettiin vastausta myös tutkimuskysymykseen *4. Mitä haasteita liittyy kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon?* Tarkastellaan näiden taitoalueiden tuloksia 8. luokan oppilaiden kyselyssä. Tulokset on koottu taulukkoon 22.

Taulukko 22. 8. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, kieleen liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole käyttänyt kemian oppimisessa

Mitä taitoja olet käyttänyt kemian oppimisessa? Arvioi osaamistasi.		f					ka	kh	
		6	1	2	3	4	5		
lukutaito	osaan lukea kemian kirjan luvun itsenäisesti	0	0	0	2	9	7	4,28	0,67
	löydän kirjan luvusta tärkeät asiat	0	0	0	6	12	2	3,82	0,61
	ymmärrän lukemani	0	0	1	4	10	4	3,89	0,81
	pohdin tekstin luotettavuutta	5	0	1	4	6	2	3,69	0,85
	yhteensä	5	0	2	16	37	15	3,93	0,74
käsitteiden oppiminen	ymmärrän ja pystyn selittämään kemian peruskäsitteitä	0	0	1	5	8	4	3,83	0,86
	ymmärrän uudet kemian sanat tai käsitteet	0	0	2	6	10	1	3,53	0,77
	muistan uudet kemian sanat tai käsitteet	0	0	3	9	5	2	3,32	0,89
	yhteensä	0	0	6	20	23	7	3,55	0,85
moniluku-taito	osaan tulkita kuvia kemiassa	0	0	1	3	12	3	3,89	0,74
	osaan tulkita kemian liittyviä kuvaajia ja taulukoita	0	0	1	6	9	2	3,67	0,77
	osaan käyttää kemian merkkejä ja symboleja	1	0	3	7	6	2	3,39	0,92
	yhteensä	1	0	5	16	27	7	3,65	0,82
abstrakti ajattelu ja mallintaminen	ymmärrän kemian abstrakteja asioita, joita ei voi nähdä	0	0	4	8	5	0	3,05	0,78
	osaan käyttää malleja kuvaamaan asioita	1	1	0	5	9	1	3,56	0,86
	osaan selittää, mikä on malli	1	0	5	3	7	1	3,28	0,96
	hahmotan kolmiulotteisia kuvia	0	1	1	2	11	2	3,63	1,01
	yhteensä	2	2	10	18	32	4	3,39	0,93

Oppilaiden arvioidessa taitojaan heikoimman keskiarvon (3,05) sai ”ymmärrän kemian abstrakteja asioita, joita ei voi nähdä”. Tämä sai 8. luokan oppilaiden koko kyselyssä huonoimman keskiarvon. Abstraktin ajattelun valmius on vasta kehittynyt tai kehittymässä 13-vuotiailla 7.-luokkalaisilla, sillä lapsen kognitiivinen kehitys muuttuu erityisesti kahdestatoista ikävuodesta eteenpäin, kun abstrakti ajattelu mahdollistuu formaalisten operaatioiden ymmärryksen kehittyessä (Vehmanen, 2020, s. 30-31).

Myös ”osaan selittää, mikä on malli” sai matalan keskiarvon (3,28). POPS2014:n (Opetushallitus, 2014) arviointikriteerien mukaan mallien käyttämistä harjoitellaan alakoulun ympäristöopissa niin, että kuudennen luokan päätteeksi oppilas tietää, että malli on todellisuuden yksinkertaistus. Arvosanaan 8 vaaditaan mallien käyttämisen ja tekemisen osaamista ihmisen, ympäristön ja niihin liittyvien ilmiöiden selittämiseen. Yläkoulussa tavoitteena on oppia, että malleja käytetään aineen rakenteen kuvaamisessa. Arvosanaan 8 vaaditaan osaamista kuvata aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä erilaisilla malleilla. Oppilaan täytyy osata myös arvioida mallin suhdetta todellisuuteen.

Väite ”Muistan uudet kemian sanat tai käsitteet” sai myös matalan keskiarvon (3,32). Muisti liittyy kognitiiviseen kompetenssiin, joka sisältää muistin lisäksi useita erilaisia taitoja: ajattelun taidot, kielelliset taidot, motivaatio ja metakognitio (Eilola & Hosio, 2017, s. 11-14;

Linnilä, 2006, s. 46). Muistamiseen liittyy tiedon hankintataidot ja muistiin tallentaminen, sekä sen uudelleen muistista hakeminen ja ilmaiseminen (Luahambowo ym., 2019, s. 28-29). Työmuisti on myös osa toiminnanohjauksen kykyjä (Närhi & Virta, 2016). Kemian kaikkia kolmea taitoa ei pitäisi opettaa oppilaille samanaikaisesti, koska tällöin on vaarana työmuistin ylikuormittuminen, eikä tieto silloin tallennu pitkäaikaiseen muistiin (Johnstone, 2000). Hyödyllisempää on käsitellä yhtä tai kahta taitoa kerrallaan. Oppijan muistia voi käyttää tehokkaasti niin, että muistettavat asiat paloitellaan ja harjoitellaan palojen yhdistämistä toisiinsa (Shirhan, 2006).

Korkeimman keskiarvon sai ”osaan lukea kemian kirjan kappaleen itsenäisesti”: ka 4,28 eli osaan hyvin. Seitsemän vastaajaa (7/19) oli sitä mieltä, että osaa tämän taidon erinomaisesti. Kyselyn tehneet oppilaat eivät koe omaa lukutaitoaan huonoksi. Lukutaidon alle ryhmitellyt monivalintakysymykset saivat yhteensä korkeimmat arviot (yhteensä ka 3,93) 8. luokan oppilaiden kyselyssä.

8.3.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kyselylomakkeella oppilailta kysyttiin kemian sisällöistä ja tulokset on esitetty taulukossa 23. Toiminnanohjauksesta, tutkimuksen tekemisen taidoista sekä itsesäätely- ja sosiaalisista taidoista kysyttiin myös monivalintakysymyksissä, ja tulokset on esitetty taulukossa 24.

Taulukko 23. 8. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, kemian sisältöihin liittyvät monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole käyttänyt kemian oppimisessa

Mitä taitoja olet käyttänyt kemian oppimisessa? Arvioi osaamistasi.		f						ka	kh
		6	1	2	3	4	5		
kemian sisällöt	osaan tehdä havaintoja erilaisista aineista ympärilläni	1	0	1	4	11	0	3,59	0,62
	osaan kuvailla aineiden ominaisuuksia ja rakenteita	1	0	1	4	11	1	3,61	0,78
	yhteensä	2	0	2	8	22	1	3,60	0,65

Kemian sisältöjen osaaminen sai keskiarvon 3,60: suurin osa oppilaista arvioi taitonsa hyväksi. Yksi vastaaja ei ollut harjoitellut lainkaan havaintojen tekemistä erilaisista aineista ympärillään, ja yksi vastaaja ei ollut myöskään harjoitellut aineiden ominaisuuksien ja rakenteiden kuvailua. Nämä ovat kuitenkin keskeisiä kemian sisältöjä. On mahdollista, että kielteinen vastaus johtuu

siitä, että tämä lomakkeen kysymys on liian vaikeasti muotoiltu, eikä 8. luokkalainen ole ymmärtänyt kysymystä.

Taulukko 24. 8. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, kysymykset toiminnanohjauksesta, tutkimuksen tekemisen taidoista sekä itsesäätely- ja sosiaalisista taidoista. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole käyttänyt kemian oppimisessa

Mitä taitoja olet käyttänyt kemian oppimisessa? Arvioi osaamistasi.		f						ka	kh
		6	1	2	3	4	5		
toiminnan- ohjaus	ymmärrän kirjallisia ohjeita	0	0	0	4	11	5	4,01	0,67
	ymmärrän suullisia ohjeita	0	0	0	4	7	8	4,21	0,87
	pystyn opiskelemaan kemian luvun itsenäisesti esim jos olen pois koulusta	0	0	1	4	8	5	3,94	0,87
	yhteensä	0	0	1	12	26	18	4,08	0,77
tutkimuksen tekemisen taidot	osaan suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia	0	1	1	6	10	1	3,68	0,75
	osaan muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	0	0	1	4	8	5	3,79	1,08
	osaan käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia	0	0	2	6	8	3	3,63	0,90
	pohdin tulosten luotettavuutta	2	0	5	2	8	2	3,41	1,06
	yhteensä	2	1	9	18	34	11	3,64	0,94
itsesäätely- ja sosiaalisett.	osaan ilmaista oman mielipiteeni	0	0	0	3	8	8	4,26	0,73
	pystyn hallitsemaan tunteeni ristiriitatilanteissa	0	0	1	3	11	3	3,84	0,76
	kannan vastuuta ryhmän toiminnasta	0	0	1	3	9	5	4,03	0,84
	yhteensä	0	0	2	9	28	16	4,05	0,78

Oppilaiden vastauksista käy ilmi, että he kokevat tutkimuksen tekemisen taitonsa kohtalaisiksi (ka yhteensä 3,64). Itsesäätely- ja sosiaaliset taidot koettiin hyviksi (ka yhteensä 4,05), samoin kuin kirjallisten (ka 4,01) ja suullisten (ka 4,21) ohjeiden noudattamisen taidot. Kemian kokeellisten töiden tekeminen vaatii rauhallista työskentelyotetta, jotta työturvallisuus voidaan taata. Yläkoululaiselta odotetaan itsehillintään ja yhteistyöhön liittyviä taitoja (Lynne Lane ym., 2003). Tämä voi kuitenkin olla haastavaa luonnollisen aivojen kasvamisesta johtuvan kehityksen vuoksi (Woolfolk, 2021). Alakoulun ympäristöopin tavoitteena on POPS2014:ssa kirjattu, että vähimmillään oppilas työskentelee erilaisissa ryhmissä ohjatusti sekä pystyy nimeämään ohjatusti tunteiden ilmaisuun ja niiden säätelyyn liittyviä keinoja (Opetushallitus, 2014). Yläkoulussa nämä taidot kehittyvät edelleen kemian opiskelussa niin, että oppilas toteuttaa kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa.

Haastavinta oppilaille oli tulosten luotettavuuden pohtiminen (ka 3,41). Myös opettajat arvioivat tämän taidon olevan oppilaille haasteellista (kts luku 8.1.2 ja 8.2.2). Kriittinen ajattelu on osa oppimistaitoja (Luahambowo ym., 2019). Kemian kokeellisessa opetuksessa korostuvat kysyminen ja kriittiseen ajatteluun johdattelu (Ketonen 2020, s. 24). Oppilaiden haasteet

kriittisessä ajattelussa voivat liittyä siihen, että kokeelliset työt ovat oppilaille uusi tapa oppia, ja kriittinen suhtautuminen on vasta kehittymässä.

Monivalintakysymysten tulokset 8. luokan oppilaiden kyselyssä yhdessä opettajien kyselyiden tulosten kanssa vahvistavat kirjallisuusosassa muotoiltuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5): kaikkia kysytyjä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä johdettuja taitoja on tarvittu 7. luokan kemian opiskelussa. Koko kyselyn tuloksia arvioitaessa on huomioitavaa, että oppilaiden omien taitojensa arviot ovat selkeästi positiivisemmat verrattuna opettajien arvioihin. Monivalintakysymysten perustella 8. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa 7. luokalla paremmaksi kuin kohtalaisiksi, jopa hyviksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa ovat 3,05-4,28. Eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” -vastauksia sai ”abstrakti ajattelu ja mallintaminen” -kategoria.

Oppilailta kysyttiin mielipidettä kemian opiskelusta monivalintalomakkeen lopuksi (tulokset taulukossa 25). Kysymykset kohdistuivat kemian opiskelumotivaatioon, ja joukossa oli myös kysymys lukuharrastuksesta sekä opiskeluun saatavasta tuesta.

Taulukko 25. 8. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, mielipide kemian opiskelusta monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

Mitä mieltä olet kemian opiskelusta?	f					ka	kh
	1	2	3	4	5		
kemian on mielestäni kiinnostavaa	0	5	0	8	6	3,78	1,18
etsin itse lisätietoa aiheesta esim. internetistä	5	6	2	5	1	2,53	1,31
kokeellinen työskentely auttaa kemian käsitteiden oppimisessa	1	1	3	4	10	4,11	1,2
hyvän numeron saaminen kemiasta on tärkeää	0	2	3	9	5	3,89	0,94
olen valmis tekemään paljon töitä kemiassa	0	2	4	8	4	3,78	0,94
luen vapaa-ajallani paljon	3	8	2	3	3	2,74	1,37
minulla on toimiva opiskelutapa	1	0	3	11	4	3,89	0,94
saan opiskeluun tukea erityisopettajalta	13	3	2	1	0	1,53	0,9
saan opiskeluun apua kotona	2	1	1	7	8	3,95	1,31
yhteensä	26	30	23	60	46	3,35	1,39

Kemian koki kiinnostavaksi selkeä enemmistö kyselyyn vastanneista oppilaista (14/19 valitsi vaihtoehdon ”samaa mieltä” tai ”täysin samaa mieltä”). Viisi vastaajaa (5/19) oli osittain eri mieltä kemian kiinnostavuudesta. Voidaan sanoa, että tämän kyselyyn vastanneen ryhmän kohdalla 7. luokan kemia on koettu enemmistön osalta kiinnostavaksi, ja opettaja on onnistunut motivoimaan oppilaat kemian opiskeluun. Opettajan rooli motivaation herättäjänä on suuri: hän

huolehtii siitä, että oppilaiden motivaatio opetettavaan asiaan herää ja myös säilyy (Ikonen, 2001, s. 66-67). Kyselyn tulos poikkeaa valtakunnallisista tuloksista, sillä TIMSS 2019 - tutkimuksessa 41 % suomalaisista 8.-luokkalaisista ilmoitti, että ei pidä kemian opiskelusta (Vettenranta ym., 2020).

Väittämä ”kokeellinen työskentely auttaa kemian käsitteiden oppimisessa” sai keskiarvon 4,11, eli oppilaat olivat tästä samaa mieltä. Kemian käsitteiden oppimisessa POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) keskeistä on oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa. Kokeellisten töiden avulla voidaan havainnollistaa abstraktilta tuntuja ilmiöitä (Turpeenoja, 2008). Oppilaat ratkovat ongelmia kokeellisia töitä tehdessään keskustellen: kyseenalaistavat, selittävät, rakentavat tietoa toistensa ideoiden pohjalta (Markic & Childs, 2016). Lisäksi laboratoriotyöskentelyllä on myös merkittävä vaikutus opiskelijoiden asenteiden muokkaamiseen ja parantamiseen kemiaa kohtaan (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011).

Väittämään ”luen vapaa-ajalla paljon” vastasi myöntävästi vain kuusi oppilasta (6/19). Tulokset vahvistavat sitä tosiasiaa, että lukeminen ei ole nuorten suosiossa, vaan muut aktiviteetit ovat nousseet suosituksi lukuharrastuksen kustannuksella. Mallia lukuharrastukseen pitäisi saada myös kotoa (Soininen & Merisuo-Storm, 2015). Nuorena opitut varhaiset kielelliset taidot ja lukeminen ennustavat myöhempää akateemista osaamista (Wade ym, 2013).

Kotoa opiskeluun tukea ilmoitti saavansa 15 oppilasta (15/19). POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) on kirjattu tärkeänä 6. ja 7. luokkien välissä olevan siirtymävaiheen aikana kodin ja koulun yhteistyö ja se, että oppilaan turvallisuuden tunne mahdollistuu ja häntä rohkaistaan uusien asioiden kohtaamiseen. Kemianopettajien vastauksissa nousi kotien vastuu myös esiin, ja kodeilta toivottiinkin panostusta lasten opiskeluun, kuten eräs vastaaja asian ilmaisi:

”Kysellä läksyistä, vahtia, että lukuläksykin tehdään. 7.-luokkalainen on usein liian nuori huolehtimaan tästä itsenäisesti.”

7.-luokkalaisen oppimisvalmiudet metakognition, itsesäätelyn ja toiminnanohjauksen osalta eivät tulosten mukaan riitä itsenäiseen opiskeluun, vaan näitä täytyy tukea huoltajien toimesta.

Opiskelutapansa toimivaksi koki 15 vastaajaa (15/19 valitsi vaihtoehdon ”samaa mieltä” tai ”täysin samaa mieltä”). Opiskelijalta vaaditaan yläkoulussa oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja laajemmin alakouluun verrattuna, sillä kuten Kyrkön (2017) oppikirja-analyysistä kävi ilmi, oppikirjojen teksti ja sisällöt vaikeutuvat yläkoulussa alakouluun verrattuna. Opiskelijalta odotetaan myös enemmän itseohjautuvuutta, kun luokanopettaja ei enää huolehdi koulutyön kokonaisuudesta. Toimiva opiskelutekniikka on tärkeä yläkouluun tultaessa, jotta oppilaille olisi toimivia tapoja päästä kiinni opintoihin heti kemian opetuksen alusta alkaen. Alakoulussa oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan siis tukea harjoittelemalla opiskelutekniikkaa ja oppimaan oppimisen taitoja.

8.3.3 Avoimet kysymykset

Oppilaiden kyselylomakkeessa oli monivalintaa täydentäviä avoimia, tarkentavia, kysymyksiä, joilla yritettiin selvittää oppilaiden oppimisvalmiuksia. Oppilailta kysyttiin tarkennusta kysymyksillä: ”Miten opiskelet kemian kirjan luvun, Miten opiskelet kemian luvun, jos olet pois koulusta?” Näiden vastausten sisällönanalyysin tulokset on koottu taulukkoon 26. Lisäksi kysyttiin, ”Miten opiskelet uusia kemian sanoja tai käsitteitä?” Tämän kysymyksen sisällönanalyysin tulokset on koottu taulukkoon 27. Suurin osa mielsi opiskelun lukemiseksi. Joitain muitakin oppimisstrategioita tuli vastauksissa esiin: tehtävien tai muistiinpanojen tekeminen, kuvien tulkinta sekä sanojen selittäminen. Lukeminen ja toistot olivat kyselyyn vastanneiden oppilaiden käytetyimmät sanojen ja käsitteiden opiskelutavat. Kemian oppimishaasteiden yleisin syy on se, että oppilaat eivät sisäistä kemian opiskelun kannalta keskeisimpiä käsitteitä heti opintojen alkuvaiheessa: kun opetuksessa siirrytään haastavampiin asioihin, ei niiden ymmärtäminen ole mahdollista peruskäsitteiden puutteiden vuoksi (Kyrkkö, 2017). Oppilaille tulisi luoda toimivat tavat käsitteiden ja sanojen harjoitteluun heti opintojen alkuvaiheessa.

Taulukko 26. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymyksiin: Miten opiskelet kemian kirjan luvun? ja Kerro, miten opiskelet kemian luvun, jos olet pois koulusta?

Ryhmittely	Kerro tarkemmin, miten opiskelet kemian kirjan luvun? Vastaus	Vastausten lkm	Kerro, miten opiskelet kemian luvun, jos olet pois koulusta? Vastaus	Vastausten lkm
Lukeminen	-Luen läksyt. -Luen kappaleen. -Jos on tullu lukuläksy niin luen ne kaikki tärkeimmät asiat. -Luen kappaleen ilman häiriötekijöitä. Muuten ei tule mitään. Pitää usein lukea monta kertaa. -No luen sen ja mietin. -Lukemalla kappaleen muistiinpanot ja tärkeää kohdan. -Luen kappaleen ja tarkkailen muutenkin sitä lukua. -Opiskelen kemian kirjan luvun lukemalla ja tekemällä tehtäviä. -Luen, teen siihen liittyviä tehtäviä ja teen joskus muistiinpanoja. -Teen lisää muistiinpanoja. -Luen kappaleen ja kirjoitan tärkeät jutut vihkoon. -Luen sen ja katon kuvia. -Luen kappaleen ja katson kuvat. -Luen kappaleen ja tummennetut sanat. Yritän myös selittää toiselle tärkeät asiat.	14/19	-Luen kappaleen. -Luen luvun läpi... -Luen kappaleen läpi... -No luen sen kerran läpi. -Teen kotiläksyt jos tulee ja jos jaksan lukee lukuläksyn. -Luen sen ... -Lukemalla... -Luen sen... -Luen kappaleen kotona... -Luen sen kotona tarkasti... -Yritän vain lukea. Tosin en opi hyvin niin että luen, vaan että joku opettaa sen suullisesti. -Luen kappaleen ja tummennetut sanat. -Luen...	13/19
Tehtävien tekeminen	-Opiskelen kemian kirjan luvun lukemalla ja tekemällä tehtäviä. -Luen, teen siihen liittyviä tehtäviä ja teen joskus muistiinpanoja.	2/19	-...yritän tehdä tehtävät. -...teen siitä tehtäviä jos wilmassa on merkitty. -...teen jotai tehtäviä. -...teen pari tehtävää... -...teen kotitehtävät. -...teen tehtäviä.	6/19
Toistot	-Luen kappaleen ilman häiriötekijöitä. Muuten ei tule mitään. Pitää usein lukea monta kertaa.	1/19		0/14
Muistiinpanojen tekeminen	-Luen, teen siihen liittyviä tehtäviä ja teen joskus muistiinpanoja. -Teen lisää muistiinpanoja. -Luen kappaleen ja kirjoitan tärkeät jutut vihkoon.	3/19	-...teen muistiinpanoja. -...kirjoitan muistiinpanot -...Saatan pyytää ensi tunnilla muistiinpanoja.	3/19
Kuvien tulkinta	-Luen sen ja katon kuvia. -Luen kappaleen ja katson kuvat.	2/19		0/19
Sanan selitys	-Luen kappaleen ja tummennetut sanat. Yritän myös selittää toiselle tärkeät asiat.	1/19	-...Yritän myös selittää toiselle tärkeät asiat.	1/19
Sisäistäminen		0/19	-...sisäistämällä kappaletta vaikka.	1/19
Ei opiskele	-No en oikee jaksaa lukea.	1/19		0/19

Taulukko 27. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Miten opiskelet uusia kemian sanoja tai käsitteitä?

Kerro tarkemmin, miten opiskelet uusia kemian sanoja tai käsitteitä?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Lukeminen	-Luen ja mietin. -Lukemalla niitä... -Luen jostain niitä. -Luen niitä kotona. -Riippuu yleensä luen vaan lukuläksyn. -Yritän ensin lukea vain useasti läpi...	6/19
Toistot	-Lukemalla niitä monta kertaa läpi. -Yritän ensin lukea vain useasti läpi... -Kertaamalla niitä. -Toistamalla. -Harjoittelen niitä kirjasta.	5/19
Muistelu	-Luen sekä peitän sanoja ja yritän muistella niitä. -Kirjoitan paperille niin monta kun muistan ja selitän paperille lopuksi.	2/19
Kirjoittaminen	-Kirjoitan paperille niin monta kun muistan ja selitän paperille lopuksi.	1/19
Yhdessä toisen kanssa	-Opettelen niitä kotona äitin kanssa. -Yritän ensin lukea vain useasti läpi ja sitten pyydän jotain kyselemään...	2/19
Muistisäännöt	-Yritän ensin lukea vain useasti läpi ja sitten pyydän jotain kyselemään. Kun vastaan väärin yritän keksiä sille muistisääntöjä.	1/19

Oppilailta kysyttiin, mistä taidosta he kokivat olleen erityisesti hyötyä kemian opiskelussa 7. luokalla. Vastausten sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 28. Oppilaat kokivat hyötynensä eniten työskentelyyn liittyvistä taidoistaan (4/19) sekä kemian pohjatiedoista (4/19). Myös opettajan ja ohjeiden kuunteleminen koettiin hyödyllisimmäksi taidoksi (3/19). Alakoulussa tulisi siis painottaa vastausten mukaan monipuolisia työskentelytaitoja, kemian sisältöjä ja kuuntelemisen taitoja. Nämä taidot ovat erityisen tarpeellisia kemian oppimisen alkuvaiheessa, ja onkin tärkeää tunnistaa nämä, jotta niitä voidaan myös alakoulun opetuksessa tukea, kehittää ja näin mahdollistaa oppilaiden sujuva kemian oppimisen aloitus. Näin ollen kysymyksellä haettiin vastausta tutkimuskysymykseen 3. *Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?*

Taulukko 28. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Mistä taidostasi oli erityisesti hyötyä kemian opiskelussa 7. luokalla?

Kerro omin sanoin mistä taidostasi oli erityisesti hyötyä kemian opiskelussa 7. luokalla:		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Lukeminen	-Se että luen vapaa-ajalla suht paljon auttoi kappaleiden lukemisessa. Olen myös lukenut kemiaan liittyviä artikkeleita jonkin verran niin tiesin asioita jo ennen kemian tuntia. -Siitä, että osaan lukea kappaleet ja töiden ohjeet hyvin. Osaan kuunnella opettajan antamia ohjeita.	2/19
Kuunteleminen	-Siitä, että osaan lukea kappaleet ja töiden ohjeet hyvin. Osaan kuunnella opettajan antamia ohjeita. -Osasin kuunnella opettajaa. -Kun osasi kuunnella ohjeet hyvin ja työskennellä rauhallisesti.	3/19
Työskentelytaidot	-Itsenäistä työskentelyä. -Marginaalien tekeminen. Tulen ja eri aineiden käsittely. -Osasin tiskata. Oikeesti myös se, että uskallan viitata, koska kemiassa tulee usein asioita, jotka ovat menneet ohi tai ei vain ymmärrä. Jos ei uskalla viitata ja kysyä, moni asia saattaa jäädä oppimatta. -Kokeellisten tehtävien teko.	4/19
Pohjatiedot kemiasta	-Tiesin jo valmiiksi joitain kemian juttuja. -Kemia. -No osasin jo 6 lk jotain kemiasta ja joo. -Esim jotkut varoitusmerkit.	4/19
Muisti	-Muistin hyvin oppimani.	1/19
En osaa sanoa	-No en oikein tiedä. -Voi olla että oli jotain mutta en muista. -En tiedä. -No ei oikein mistään ku en mä osannu mitään. -Ei oikeen mistään. -En muista yhtikäs mitään.	6/19

Eräs vastaaja nostaa esiin tärkeän seikan kaikessa opiskelussa:

”...se, että uskallan viitata, koska kemiassa tulee usein asioita, jotka ovat menneet ohi tai ei vain ymmärrä. Jos ei uskalla viitata ja kysyä, moni asia saattaa jäädä oppimatta.”

Taito kysyä apua sitä tarvittaessa on osa itseohjautuvuuden taitoa: kykyä toimia itsenäisesti ja aloitteellisesti (Yrjölä, 2021). Siihen vaikuttavat yksilön piirteet, kuten itsetunto ja luonteenpiirteet. Sekä alakoulun opettajat että yläkoulun kemianopettajat olivat sitä mieltä, että oppilaiden taito kysyä opettajalta, jos ei ymmärtetä, on hyvä. Opettajalta kysyminen nousi molemmissa opettajien kyselyiden tuloksissa oppilaiden vahvimmin osatuksi oppimisvalmiuden osa-alueeksi.

Jotta kemian opiskeluun saataisiin 7. luokalla mahdollisimman hyvä alkua, täytyy tunnistaa haastavat kohdat, jotta näihin voidaan keskittyä ja tukea haasteissa. Tässä tutkielmassa tutkimuskysymys 2. oli *Millaiset valmiudet 7.-luokkalaisilla on kemian oppimiseen?* ja erityisesti *Mitkä asiat ovat haastavia kemian aloituksessa ja mistä haasteet johtuvat?* Tähän haettiin vastausta 8. luokkalaisten avoimessa kysymyksessä ”Missä asioissa kohtasit ongelmia kemian opiskelussa?” Vastausten sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 29.

Taulukko 29. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Missä asioissa kohtasit ongelmia kemian opiskelussa?

Missä asioissa kohtasit ongelmia kemian opiskelussa?			
Ryhmittely		Vastaus	Vastaus- ten lkm
Kohtasi ongelmia 17/19	Ymmärtäminen	-No joitakin asioita en vaan ymmärtänyt kovin hyvin kun ne oli vähä monimutkaisia. -En ymmärtänyt kaikkia tehtäviä tai kokeita. -Mä en oikeastaan tajunnu mitään (ja mulla on paska muisti ni juu...)	3/19
	Muisti	-(Mä en oikeastaan tajunnu mitään ja) mulla on paska muisti ni juu... -En muistanut kaikkien asioiden nimiä. -En muista kaikkia käsitteitä.	3/19
	Ryhmätyöt	-Ryhmätyötilanteissa.	1/19
	Työskentely- taidot	-Muistiinpanot. -(Alkuaineissa.) Välillä kokeeseen luku, koska ei tiennyt mitkä asiat on tärkeitä.	2/19
	Sisältö	-No ehkä jotkut aineet (tai jotain asioita mitä pitää selittää. En ole hyvä siinä.) -Alkuaineet olivat hieman vaikeita. -Alkuaineiden muistamisessa. -Alkuaineissa. Välillä kokeeseen luku, koska ei tiennyt mitkä asiat on tärkeitä. -Käsitteiden ja uusien aineiden yms opiskelussa. -Uudet nimet ja merkit.	6/19
	Selittäminen	-(No ehkä jotkut aineet tai) jotain asioita mitä pitää selittää. En ole hyvä siinä.	1/19
	Käsitteet	-Käsitteiden ja uusien aineiden yms opiskelussa. -En muista kaikkia käsitteitä -Kaikki lasku jutut ja haastavat käsitteet.	3/19
	Matematiikka	-Kaikki lasku jutut ja haastavat käsitteet. -Kaikki matemaattisemmat tai mallien käsittely oli haastavaa. Myös tilastojen tutkiminen tuotti haasteita ja jouduin pinnistelemaan kunnolla.	2/19
	Opiskelutahti	-Uusien asioiden oppiminen nopeasti.	1/19
	Haasteita kaikessa	-Kaikessa. -Mä en oikeastaan tajunnu mitään (ja mulla on paska muisti ni juu...)	2/19
Ei ongelmia	Ei ongelmia	-En oikein missään. -No empä oikeastaan missään.	2/19

Vastaajista 17 (17/19) eli lähes kaikki olivat kohdanneet jonkinlaisia ongelmia kemian opiskelun aloituksessa. Eniten ongelmia vastanneiden keskuudessa esiintyi kemian sisältöjen

opiskelussa, asioiden ymmärtämisessä ja käsitteiden muistamisessa. Yksi vastaaja nosti esiin myös kemian yhteyden matematiikan osaamiseen:

”Kaikki matemaattisemmat tai mallien käsittely oli haastavaa. Myös tilastojen tutkiminen tuotti haasteita ja jouduin pinnistelemaan kunnolla.”

Yläkoulun kemiassa on vain vähän matematiikkaa mukana, koska kemian laskuja ei vielä yläkoulun sisällöissä ole. Kuitenkin kemia sivuaa matematiikkaa monella tavalla, kuten vastaajan mainitsemissa tilastojen analysoinnissa ja mallintamisessa (esimerkiksi kolmiulotteiset kuviot). Alakoulussa voisikin matematiikkaa integroida enemmän luonnontieteisiin eli ympäristöoppiin, jotta sen sujuva käyttäminen kemian yhteydessä olisi jo ennestään tuttua. Toisaalta tilastojen ja mallien tutkiminen on osa monilukutaitoa: multimodaalisten (esimerkiksi sanat, kuva, ääni, symbolit ja erilaiset yhdistelmät) tekstien ymmärtämistä, tulkitsemista, hankkimista, muokkaamista, esittämistä, tuottamista, arvottamista, arvioimista sekä perinteisesti että monimediaisissa teknologia-avusteisissa oppimisympäristöissä (Opetushallitus, 2014). Luonnontieteissä tekstit ovat hyvin monimuotoisia, esimerkiksi kemiassa käytetään paljon malleja havainnollistamiseen. Malli on tulkinta todellisuudesta ja mallilla pyritään aina viestimään jotain tiettyä seikkaa, ja myös graafit ovat malleja, jotka välittävät tietoa (Vartiainen, 2022). Alakoulussa voisi olla aiheellista vahvistaa vielä laajemmin oppilaiden monilukutaitoa.

Kysyttäessä 8.-luokkalaisilta, mitä asioita he kokivat, että olisi ollut hyvä harjoitella jo ennen kemian opiskelun aloittamista pyrittiin löytämään niitä asioita, joita alakoulussa voitaisiin painottaa. Näin voitaisiin tukea kemian oppimisvalmiuksien rakentumista, eli haettiin vastausta tutkimuskysymykseen *3. Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen? Miten kemian oppimisvalmiuksien rakentumista voidaan tukea alakoulussa?* Vastausten sisällönanalyysin tulokset on koottu taulukkoon 30.

Taulukko 30. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Mitä asioita sinun olisi pitänyt harjoitella ennen kemian opiskelun aloitusta?

Mitä asioita sinun olisi pitänyt harjoitella ennen kemian opiskelun aloitusta, jotta kemian oppiminen olisi ollut helpompaa?			
Ryhmittely		Vastaus	Vastausten lkm
Olisi pitänyt harjoitella ennakkoon 13/19	Kokeellisuus	-Välineiden nimiä. -Minun olisi pitänyt harjoitella kokeellista työskentelyä.	2/19
	Työskentelytaidot	-Oppimistavat, jotka toimivat minulle.	1/19
	Sisältö Käsitteet	-No niitä joitakin vaikeita. -Olisi ehkä pitänyt tutustua kemiaan etukäteen. -Alkuaineet ja atomijutut. -No ehkä jotain käsitteitä mitä käytettiin 7 lk alussa. -Joitain kemian käsitteitä esim alkuaineita. -Aineiden lyhenteitä. -Emmä tiä jotai reaktioita kai.	7/19
	Tarkkaavaisuus Toiminnanohjaus	-Keskittymistä. -Alusta asti koko ajan keskittyneenä tärkeyden tietäminen.	2/19
	Matematiikka Monilukutaito Esiintymistaidot	-Erialaisten tilastojen tutkiminen. Ja tulosten kertominen muulle luokalle.	1/19
Ei mitään		-En oikein mitään. -Minun ei olisi pitänyt harjoitella mitään.	2/19
En tiedä		-Hyvä kysymys. -En osaa oikein sanoa. Osasin kaiken mitä piti osata kemiasta 6 lk joten nii. -En tiedä. -En tiedä.	4/19

Vastaajista 13 (13/19) oli sitä miltä, että olisi hyötynyt ennakkoharjoittelusta alakoulun puolella. Heidän mukaansa alakoulussa kannattaisi harjoitella kemian sisältöjä (esimerkiksi alkuaineiden nimiä), kokeellisuutta ja keskittymistä eli tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen liittyviä taitoja. Kuten taulukosta 29 huomataan, eniten ongelmia vastanneiden keskuudessa esiintyi kemian sisältöjen opiskelussa, asioiden ymmärtämisessä ja käsitteiden muistamisessa. Vastaajat nostivat esiin asioita, joita olisi ollut hyödyllistä harjoitella jo alakoulussa esimerkiksi seuraavasti:

”Alkuaineet ja atomijutut.”

”No ehkä jotain käsitteitä mitä käytettiin 7. lk alussa.”

”Joitain kemian käsitteitä esim. alkuaineita.”

”Aineiden lyhenteitä.”

Vastausten perusteella voisi olla järkevää tuoda opetuksessa kemian sisältöjä enemmän esille jo alakoulussa, esimerkiksi jakaa osa alkuaineiden nimien ja lyhenteiden opettelusta jo 6. luokalle. Tällöin ulkoa opeteltavaa ei olisi niin paljon yhdellä kertaa 7. luokalla.

8. luokan oppilaiden avoimissa kysymyksissä haettiin vastausta myös tutkimuskysymykseen 4. *Mitä haasteita liittyy kemian kielen oppimiseen, kemian käsitteiden ymmärtämiseen ja kemiaan liittyvään monilukutaitoon?* Oppilailta kysyttiin, miten uusien kemian sanojen ja käsitteiden oppiminen sujui. Tulokset on koottu taulukkoon 31.

Taulukko 31. Sisällönanalyysin tulokset: 8. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Kuinka uusien sanojen ja käsitteiden oppiminen sujui kemiassa?

Kemian aloituksessa tulee paljon uusia sanoja ja käsitteitä, mm. välineiden ja aineiden nimet. Kuinka näiden uusien sanojen oppiminen sujui?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Hyvin	-Ihan hyvin. -Mielestäni se sujui hyvin, koska kertosimme sanoja tunnilla ja kotona. -Hyvin, varmaankin. -Ihan hyvin. -Opin uudet sanat ja käsitteet yllättävän nopeasti ja hyvin. -Hyvin. En muista kaikkia, mutta suurimman osan muistan. Vaikeinta oli aineiden nimet. -Yllättävän hyvin. Opin tunneilla usein jo välineiden nimet tehdessä kemia töitä. Aineiden nimiä piti opiskella kotona.	7/19
Kohtalaisesti	-No kyllä niissä hetki kestää ku ne on oppinu/muistanu. -Alussa hieman hankalaa mutta pikkuhiljaa alkoi muistamaan. -Jotkut hankalampia jotkut helpompia. -No välineet ja alkuaineet oppi hyvin kun niitä harjoiteltiin niin paljon mutta käsitteet toisesta korvasta sisään ja toisesta ulos. -Alkuaineet vaikeita, mutta muuten ihan ok. -Aluksi vaikeaa, varsinkin alkuaineet. Nekin ovat koko vuoden kuitenkin jotenkin mukana ja oppii aikanaan.	6/19
Huonosti	-Oli aika vaikeaa. -Välineiden nimet oli hankala muistaa. -No mulla on edelleen paska muisti mutta jotkut mä tiesin jo ennestään ku olin jossain tiedekerhossa. -En muistanut kaikkia niitä mitenkään. -Aika huonosti en muista kaikkia tarvittavia vieläkään.	5/19
Vastausta ei voi tulkita	-Gun?	1/19

Uusien kemian sanojen ja käsitteiden oppiminen sujui 8. luokan oppilaiden mielestä hyvin vain 7/19 vastaajasta. Enemmistö oli sitä mieltä, että kemian sanojen ja käsitteiden oppiminen oli sujunut kohtalaisesti (6/19 vastaajasta) tai huonosti (5/19 vastaajasta). Vaikka vastaaja oli sitä mieltä, että sanojen ja käsitteiden oppiminen oli sujunut hyvin, oli alkuaineiden nimien opettelu tuottanut haasteita, kuten seuraavista vastauksista ilmenee:

”Hyvin. En muista kaikkia, mutta suurimman osan muistan. Vaikeinta oli aineiden nimet.”

”Yllättävän hyvin. Opin tunneilla usein jo välineiden nimet tehdessä kemia töitä. Aineiden nimiä piti opiskella kotona.”

Tämäkin vastaus saa pohtimaan, pitäisikö kemian sisältöjä tuoda enemmän esille jo alakoulussa, esimerkiksi jakaa osa alkuaineiden opettelusta jo 6. luokalle. Tämän tutkimuksen eräänä hypoteesina oli, että kemian oppimisen haasteet liittyvät käsitteiden ymmärtämiseen. Alakoulun opettajien kyselyssä monivalintakysymyksissä käsitteiden oppimisen kategoria sai kaikista matalimman keskiarvon (2,60) ja kemianopettajien kyselyssä opettajat olivat sitä mieltä, että oppilaat ymmärtävät kohtalaisesti kemian sanat ja käsitteet (ka 2,71, kh 0,47). Kemian sanojen ja käsitteiden oppimisen haastavuus on tulosten mukaan yksi kemian oppiaineen oppimishaasteista. Tämä on syytä huomioida niin alakoulun opetuksessa kuin 7. luokan alussa kemian opetuksessa, ja kohdentaa tähän tukitoimia.

8.4 Kyselytutkimus 6. luokan oppilaille

Kyselytutkimuksessa 6. luokan oppilaille (Liite 4 Kyselylomake 6. luokan oppilaat) monivalintakysymyksissä kysyttiin, mitä taitoja he ovat harjoitelleet alakoulussa. Vastausten mukaan he ovat käyttäneet lähes kaikkia kysytyjä taitoja alakoulun aikana. Yksi vastaaja (1/14) ilmoitti, että ei ole harjoitellut lainkaan alakoulussa merkkien ja symbolien käyttöä. Yksi vastaajaa (1/14) oli sitä mieltä, että tekstin luotettavuuden arviointia hän ei ole harjoitellut alakoulussa lainkaan.

Kyselyssä oppilaita pyydettiin arvioimaan kuinka hyvin he mielestään taitavat kemian oppimisvalmiuksien osatekijät. Lomakkeella kysyttiin: Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Arvioi osaamistasi asteikolla 1-5 (1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti) Vastausvaihtoehtona oli myös 6 = en ole harjoitellut lainkaan, jolla pyrittiin löytämään niitä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöitä, joita ei tule esille alakoulussa lainkaan. Monivalintakysymyksillä pyrittiin saamaan vastausta tutkimuskysymyksiin 1. *Mitä ovat kemian oppimisvalmiudet?* ja 2. *Millaiset valmiudet 7.*

luokkalaisilla on kemian oppimiseen? Monivalintakysymysten tuloksia tarkastellaan seuraavaksi kahdessa ryhmässä: kieleen liittyvät oppimisvalmiudet ja muut oppimisvalmiudet (samalla ryhmittelyllä kuin opettajien kyselyn tuloksia luvuissa 8.1 ja 8.2 ja 8. luokan oppilaiden tuloksia luvussa 8.3).

8.4.1 Kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kieleen liittyvät monivalintakysymykset jaoteltiin seuraavien otsikoiden alle: lukutaito, käsitteiden oppiminen, monilukutaito ja abstrakti ajattelu sekä mallintaminen. Tarkastellaan näiden taitoalueiden tuloksia 6. luokan oppilaiden kyselyssä taulukossa 32.

Taulukko 32. 6. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, kieleen liittyvät monivalintakysymykset: Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole harjoitellut lainkaan

Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Arvioi osaamistasi.		6	1	2	f			ka	kh
					3	4	5		
lukutaito	osaan lukea ympäristöopin kirjan luvun itsenäisesti	0	0	0	0	4	12	4,71	0,47
	löydän kirjan luvusta tärkeät asiat	0	0	0	1	11	2	4,07	0,47
	ymmärrän lukemani	0	0	0	0	9	5	4,36	0,50
	pohdin tekstin luotettavuutta	1	0	1	3	8	1	3,69	0,75
	yhteensä	1	0	1	4	32	20	4,21	0,66
käsitteiden oppiminen	ymmärrän uudet ympäristöopin sanat tai käsitteet	0	0	0	1	13	0	3,93	0,27
	muistan uudet ympäristöopin sanat tai käsitteet	0	0	1	3	10	0	3,64	0,63
	yhteensä	0	0	1	4	23	0	3,79	0,50
monilukutaito	osaan tulkita ympäristöoppiin liittyviä kuvia	0	0	0	0	9	5	4,36	0,50
	osaan tulkita kuvaajia ja taulukoita	0	0	1	2	9	2	3,86	0,77
	osaan käyttää merkkejä ja symboleja	1	0	3	6	4	0	3,08	0,76
	yhteensä	1	0	4	8	22	7	3,78	0,85
abstrakti ajattelu ja mallintaminen	ymmärrän luonnontieteen abstrakteja asioita, joita ei voi nähdä	0	0	5	5	4	0	2,93	0,83
	osaan selittää, mikä on malli	0	0	1	7	4	2	3,50	0,85
	osaan käyttää malleja kuvaamaan asioita	0	0	0	3	10	1	3,86	0,53
	hahmotan kolmiulotteisia kuvia	0	0	0	2	9	4	4,18	0,61
	yhteensä	0	0	6	17	27	7	3,62	0,84

Oppilaat arvioivat keskimäärin vahvimaksi taidokseen ”osaan lukea ympäristöopin kirjan luvun itsenäisesti” ka 4,71. Kaikki oppilaat olivat sitä mieltä, että tämä taito on hallinnassa hyvin tai erinomaisesti. Oppilaat kokevat siis oman lukutaitonsa hyväksi ja riittäväksi opiskeluun.

Koko kyselyn huonoimman keskiarvon sai ”ymmärrän luonnontieteen abstrakteja asioita”, ka 2,93. Viisi vastaajaa (5/14) arvioi tämän olevan haastavaa, viisi (5/14) osasi mielestään tämän

kohtalaisesti ja neljä (4/14) vastasi osaavan tämän hyvin. Alakoulun opettajien ja 8. luokan oppilaiden kyselyiden tuloksissa abstraktin ajattelun haastavuus nousi myös esiin. Kuten näiden kyselyiden tuloksia analysoitaessa on todettu, tämä abstraktin ajattelun taito on vasta kuudesluokkalaisilla kehittymässä, ja on haastavaa vielä 7. luokallakin lapsen kognitiivisesta kehityksestä johtuen (Vehmanen, 2020, s. 30-31).

Merkkien ja symbolien käyttäminen sai myös matalan keskiarvon 3,08, ja yksi vastaaja ei ollut harjoitellut tätä alakoulussa lainkaan (vastausvaihtoehto 6). Tuloksen mukaan alakoulussa ei saada ainakaan vahvoja merkkien ja symbolien käyttämisen taitoja, ja kemiaoppiaineen aloitus 7. luokalla voikin tuoda mukanaan aivan ”uuden kielen”, kemian kielen, joka sisältää paitsi runsaasti käsitteitä, myös erilaisia symboleita, kuvia, kaavioita ja taulukoita (Markic & Childs, 2016). Näitä täytyy osata tulkita, tuottaa ja vieläpä yhdistää siihen matematiikkaa. Kemian kielen oppiminen on kuin vieraan kielen oppimista, se vie aikaa (Markic ym., 2013). Markicin ja Childsin (2016) mukaan kielen rooli kemian opetuksessa ja oppimisessa on paljon muutakin kuin vain nimikkeistön ja uusien teknisten termien oppiminen ja muistaminen: oppilaiden tulee harjaantua kysymisen taidoissa, tutkimusten ja tulosten raportoinnissa luonnontieteen kielellä. Nämä seikat tukevat opiskelijoiden kielen kehitystä ja tieteellistä lukutaitoa, sekä motivoivat oppilaita. Siksi kemian opiskelun kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että oppilaat ymmärtävät ja pystyvät selittämään peruskäsitteitä kemian kielellä. Lisäksi he toteavat, että kemian opetus- ja oppimateriaalien tehokkaaseen käyttämiseen tarvitaan kemian kielitaitoa.

8.4.2 Muut kuin kieleen liittyvät monivalintakysymykset

Kyselylomakkeella oppilailta kysyttiin kemian sisällöistä (tulokset on esitetty taulukossa 33), toiminnanohjauksesta, tutkimuksen tekemisen taidoista sekä itsesäätely- ja sosiaalisista taidoista (tulokset on esitetty taulukossa 34).

Taulukko 33. 6. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, kemian sisältöihin liittyvät monivalintakysymykset: Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole harjoitellut lainkaan

Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Arvioi osaamistasi.		f						ka	kh
		6	1	2	3	4	5		
kemian sisällöt	osaan tehdä havaintoja erilaisista aineista ympärilläni	0	0	1	3	9	1	3,71	0,73
	osaan kuvailla aineiden ominaisuuksia ja rakenteita	0	0	4	3	6	1	3,29	0,99
	yhteensä	0	0	5	6	15	2	3,50	0,88

POPS2014:ssa (Opetushallitus, 2014) on kirjattu, että ympäristöoppiin sisältyvässä kemian opetuksessa alakoulun aikana on keskeistä havaita ympärillä olevia erilaisia aineita. Tuloksista nähdään, että suurin osa (9/14) osaa tämän mielestään hyvin. POPS2014:n tavoitteissa on kirjattu lisäksi, että alakoulun ympäristöopissa tutkitaan, kuvaillaan ja selitetään aineiden ominaisuuksia, rakenteita ja niiden muutoksia. Vastauksista käy ilmi, että aineiden ominaisuuksien ja rakenteiden kuvailu on osalle oppilaista (4/14) haastavaa, mutta kuitenkin puolet vastanneista (7/14) kokee osaavansa tämän hyvin tai erittäin hyvin.

Monivalintakysymyksissä kysyttiin 6. luokan oppilailta myös heidän taidoistaan toiminnanohjauksen, tutkimuksen tekemisen taitojen sekä itsesäätely- ja sosiaalisten taitojen osa-alueilla. Tällä pyrittiin kartoittamaan kemian oppimisvalmiuksien osatekijöiden haasteita kyseisillä osa-alueilla.

Taulukko 34. Monivalintakysymysten tulokset 6. luokan oppilailla. Kysymykset toiminnanohjauksesta, tutkimuksen tekemisen taidoista sekä itsesäätely- ja sosiaalisista taidoista. Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = erittäin haastavaa, 2 = haastavaa, 3 = osaan kohtalaisesti, 4 = osaan hyvin, 5 = osaan erinomaisesti, 6 = en ole harjoitellut lainkaan

Mitä taitoja olet harjoitellut alakoulussa? Arvioi osaamistasi.		f						ka	kh
		6	1	2	3	4	5		
toiminnanohjauksen	pystyn opiskelemaan kemian luvun itsenäisesti esim jos olen pois	0	0	0	1	10	3	4,14	0,53
	ymmärrän kirjallisia ohjeita	0	0	1	3	7	3	3,86	0,86
	ymmärrän suullisia ohjeita	0	0	0	3	6	5	4,14	0,77
	yhteensä	0	0	1	6	13	8	4,05	0,73
tutkimuksen tekemisen	osaan muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	0	0	0	4	9	1	3,71	0,83
	osaan suunnitella ja toteuttaa pieniä tutkimuksia	0	0	1	2	10	1	3,79	0,56
	yhteensä	0	0	1	6	19	1	3,75	0,70
itsesäätely- ja sosiaaliset	osaan ilmaista oman mielipiteeni	0	0	1	3	5	5	4,00	0,96
	pystyn hallitsemaan tunteeni ristiriitaisissa tilanteissa	0	0	0	2	9	3	4,07	0,62
	kannan vastuuta ryhmän toiminnasta	0	0	0	1	10	2	4,38	0,49
	yhteensä	0	0	1	6	24	10	4,05	0,71

Tässä kategoriassa 6. luokan oppilaiden vastaukset olivat kokonaisuutena keskiarvoltaan kaikkein korkeimmat: oppilaat arvioivat taitonsa toiminnanohjauksen, tutkimuksen tekemisen taitojen sekä itsesääätely- ja sosiaalisten taitojen osalta hyviksi. Kysymysten muodostamisen taito sai oppilaiden vastauksissa matalimman keskiarvon 3,71. Tämä ei ollut kuitenkaan yhdenkään oppilaan mielestä haastavaa tai erittäin haastavaa, vaan suurin osa koki osaavansa tämän hyvin. Haastavaksi koki kirjallisten ohjeiden ymmärtämisen, tutkimusten suunnittelun ja toteuttamisen sekä oman mielipiteen ilmaisemisen vain yksi oppilas (1/14).

Monivalintakysymysten 6. luokan oppilaiden tulokset yhdessä opettajien kyselyiden tulosten (kts. luku 8.1 ja 8.2) ja 8. luokan oppilaiden kyselyn tulosten (kts. luku 8.3) kanssa vahvistavat kirjallisuusosassa muotoiltuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5): kaikkia kysytyjä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä johdettuja taitoja on harjoiteltu alakoulun aikana ja näin ollen kemian oppimisvalmiudet rakentuvat alakoulussa. Koko kyselyn tuloksia arvioitaessa on huomioitavaa, että oppilaiden omien taitojensa arviot ovat selkeästi positiivisemmat verrattuna opettajien arvioihin. Monivalintakysymysten perustella 6. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa 6. luokalla kohtalaisiksi tai hyviksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa ovat 2,93-4,71. Eniten ”haastavaa” -vastauksia sai ”abstrakti ajattelu ja mallintaminen” -kategoria kaikista kyselylomakkeen monivalintakysymysten osa-alueista. Myös kategorioista ”kemian sisällöt” ja ”monilukutaito” sai useita ”haastavaa” -vastauksia.

Oppilailta kysyttiin mielipidettä kemian opiskelusta monivalintalomakkeen lopuksi (tulokset taulukossa 35). Kysymykset kohdistuivat kemian opiskelumotivaatioon, ja joukossa oli myös kysymys lukuharrastuksesta sekä oppimaan oppimiseen liittyviä kysymyksiä.

Taulukko 35. 6. luokan oppilaiden monivalintakysymysten tulokset, mielipide kemian opiskelusta -monivalintakysymykset. Taulukossa on esitetty väittämät, frekvenssit, keskiarvot ja keskihajonnat. 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä. 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

Mitä mieltä olet?	f					ka	kh
	1	2	3	4	5		
kemian on mielestäni kiinnostavaa	0	0	0	7	6	4,47	0,52
hyvän numeron saaminen kemiasta on tärkeää	0	0	2	6	6	4,27	0,72
haluan ymmärtää kemian ilmiöitä	0	0	0	8	6	4,43	0,51
luen vapaa-ajallani mielelläni	1	1	1	6	5	3,93	1,21
olen valmis tekemään paljon töitä kemiassa	0	0	0	12	2	4,14	0,36
teen läksyt huolellisesti	0	0	1	6	7	4,43	0,65
en luovuta heti, jos en osaa	0	0	0	4	10	4,71	0,47
yhteensä	1	1	4	49	42	4,34	0,71

Kaikki vastaajat olivat kiinnostuneita kemiasta, ka 4,47. 6. luokkalaisille kemia näyttäytyy siis kiinnostavana ennen varsinaisen kemiaoppiaineen opiskelun alkamista. ”Luen vapaa-ajalla mielelläni” -väittämään 5 vastaajaa (5/14) oli ”täysin samaa mieltä”, ja 6 vastaajaa (6/14) ”osittain samaa mieltä”. Tulos on siis selkeästi positiivinen: 6.-luokkalaiset lukevat mielellään vapaa-ajallaan. Kun verrataan tätä 8.-luokkalaisten kyselyn saman suuntaiseen väittämään ”luen vapaa-ajalla paljon” vastasi myöntävästi vain kuusi oppilasta (6/19). Lukuharrastus näyttäisi vähenevän alakoulusta yläkouluun siirryttäessä. Tässä kyselyssä lukuharrastus ei kuitenkaan ollut tutkimuksen kohteena, eikä tästä voida tehdä pienen otoskoon vuoksi mittavia johtopäätöksiä.

8.4.3 Avoimet kysymykset

Oppilaiden kyselylomakkeessa oli monivalintaa täydentäviä avoimia, tarkentavia kysymyksiä, joilla pyrittiin selvittämään oppilaiden opiskelutaitoja. Oppilailta kysyttiin tarkennusta kysymyksillä: ”Miten opiskelet ympäristöopin kirjan luvun, Miten opiskelet ympäristöopin kirjan luvun, jos olet pois koulusta?” Näiden vastausten sisällönanalyysin tulokset on koottu taulukkoon 36. Lisäksi kysyttiin ”Miten opiskelet uusia ympäristöopin sanoja tai käsitteitä?” Tämän kysymyksen sisällönanalyysin tulokset on koottu taulukkoon 37.

Vastaajat mielsivät opiskeluksi lukemisen ja tehtävien tekemisen. Myös silmäily, tärkeiden asioiden poimiminen ja miettiminen mainittiin. Esimerkiksi muistiinpanojen tekemistä ei

maininnut kukaan oppilaista, kun taas 8.-luokkalaisten vastauksissa ne mainittiin kolmessa vastauksessa (3/19) (kts taulukko 26). 8.-luokkalaisilla on tulosten mukaan hieman monipuolisemmat opiskelutavat, sillä he nimesivät seitsemän opiskelutapaa, kun taas 6.-luokkalaiset nimesivät viisi. Suosituin kirjan luvun opiskelutapa oli lukeminen, kuten seuraavissa vastauksissa:

”Luen sen kokonaan, katson tärkeät kohdat.”

”Luen sen ja mietin.”

Taulukko 36. Sisällönanalyysin tulokset: 6. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Miten opiskelet ympäristöopin kirjan luvun? ja Miten opiskelet ympäristöopin luvun, jos olet pois koulusta?

Ryhmittely	Kerro tarkemmin, miten opiskelet ympäristöopin kirjan luvun?	Vastaus-ten lkm	Kerro, miten opiskelet ympäristöopin luvun, jos olet pois koulusta?	Vastaus-ten lkm
Lukeminen	-Luen koko aukeaman. -Lukemalla. -Luen luvun kokonaan. -Luen tekstin... -Jos tulee lukuläksy, luen tekstin... -Luen sen ja mietin -Luen kappaleen... -Luen sen -Lukemalla ... -Luen huolellisesti koko sivun läpi. -Luen sen kokonaan... -Luen sen. -Lukemalla. -Luen lukuläksyn.	14/14	-Luen kappaleen... -Luen... -Luen luvun samalla tavalla. -Lukemalla... -...luen kappaleita. -Teen samat asiat kuin koulussa, luen kappaleen... -Luen sen hyvin. -Luen sen luvun... -Luen luvun monta kertaa. -Luen kappaleen... -...luen kappaleen... -Luen tekstin...	12/14
Tehtävien tekeminen	-... tekemällä tehtävät. -Teen tehtäväkirjan läksyn.	2/14	-...Teen tunnilla tehdyt tehtävät. -...teen tehtävät. -...tekemällä tehtävät. -...teen tehtävät. -...teen tehtävät huolella. -...teen tehtävät	6/14
Silmäily	-...silmäilen kappaletta -...silmäilen tekstiä.	2/14	-Silmäilen kuvia... -...katson tärkeät kohdat...	2/14
Tärkeät asiat	-Poimin tärkeät asiat kappaleesta -...katson tärkeät asiat. -...katson tärkeät kohdat.	3/14	-Hyvin, että katson tärkeät kohdat ja muistan ne.	1/14
Mietiskely	-...mietin kappaleen kysymyksiä mielessä. -(Luen sen ja) mietin.	2/14		0/14
Oppikirjojen saatavuus rajoittaa opiskelua		0/14	-Jos on kirja, niin luen kappaleen, jos ei niin pyydän äitiä hakemaan. -Luen tekstin ja katson tärkeät kohdat, jos kirja on mukana. -Opiskelen kotona jos mahdollista.	3/14

Kemian oppimishaasteiden yleisin syy on se, että oppilaat eivät sisäistä kemian opiskelun kannalta keskeisimpiä käsitteitä heti opintojen alkuvaiheessa (Kyrkkö, 2017). Toimivat tavat käsitteiden ja sanojen harjoitteluun kannattaa omaksua heti opintojen alkuvaiheessa, mielellään jo alakoulun aikana ennen kemian opiskelun aloitusta. 6. luokan oppilaiden kyselyssä avoimissa kysymyksissä kysyttiin oppilaiden sanojen tai käsitteiden opiskelutavoista. Vastausten sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 37.

Taulukko 37. Sisällönanalyysin tulokset: 6. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Miten opiskelet ympäristöopin uusia sanoja tai käsitteitä?

Kerro tarkemmin, miten opiskelet uusia ympäristöopin sanoja tai käsitteitä?		
Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Lukeminen	-Lukemalla esim. ympäristöoppia. -Lukemalla. -Luen tekstin ja otan siitä selvää. -Etsin kirjasta tietoa.	4/14
Kertaaminen	-Kertaan. -Kertaamalla.	2/14
Ulkoaopettelu	-Opettelen niitä asioita ulkoa.	1/14
Mietiskely	-Esim mietin niitä mielessä ja mietin mihin ne liittyy.	1/14
Kirjoittaminen	-Kirjoitan muistiinpanoja ja luen hyvin.	1/14
Yhdessä toisen kanssa	-Yleensä joku kyselee minulta niitä asioita.	1/14
Ei opiskele	-En opiskele	1/14
Ei paljasta opiskelutekniikkaa	-Hyvin. -Siten että opettelen niitä. -Yritän harjoitella niitä.	3/14

Uusien sanojen ja käsitteiden oppimisessa 6. luokan oppilaat nimesivät opiskelutekniikoiksi lukemisen, kertaamisen, ulkoa opettelun, mietiskelyn ja kirjoittamisen. Yksi vastaaja ilmoitti yhdessä toisen kanssa opiskelun:

”Yleensä joku kyselee minulta niitä asioita.”

Hilferty ja kollegat (2020) toteavat, että lapset oppivat koko ajan yksin ja yhdessä ollessaan vuorovaikutuksessa ympäristönsä, erityisesti perheensä, varhaiskasvatuksen, koulun ja yhteisön, kanssa. Tästä syystä oppimisvalmiuksista onkin kannettava vastuu yhteisesti: vanhempien, opettajien, hoitajien ja muiden, jotka ovat vaikuttamassa lasten ominaisuuksiin ja kykyihin vuorovaikutuksen kautta. Vettenranta ja kollegat (2020) toteavat, että motivaatioon

vaikuttavat paitsi yksilön tapa suhtautua oppimiseen, varhaislapsuuden oppimiskokemukset ja niistä saatu palaute, myös vanhemmat, aikuiset, opettajat ja ikätoverit.

Lopuksi oppilailta kysyttiin, miten he ajattelevat alakoulun ympäristöopin tukevan kemian oppimista yläkoulussa. Tällä haettiin vastausta tutkimuskysymykseen 3. *Mitä valmiuksia alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan kemian oppimisen aloittamiseen?* Sisällönanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 38.

Taulukko 38. Sisällönanalyysin tulokset: 6. luokan oppilaiden vastaukset kysymykseen: Miten alakoulun ympäristöopin opetus auttaa sinua kemian opiskelussa?

Miten alakoulun ympäristöopin opetus auttaa sinua kemian opiskelussa?			
Vastausten lkm	Ryhmittely	Vastaus	Vastausten lkm
Alakoulun ympäristöopetus auttaa kemian opiskelussa 10/14	Perustaidot Opiskelutaidot	-Osaan perusasiat. -Luen kaikki kappaleet hyvin. -Myös tärkeiden asioiden poimiminen, jota on harjoiteltu voi auttaa.	3/14
	Sisältö Käsitteet	-Siten että alakoulussa on jo opetettu joitain asioita, joita saattaa olla kemiassa. -Siellä tulee paljon tärkeitä asioita, joita on myös kemian opiskelussa. -Koska meillä oli erinlaisia aineita. -Tietoa aineista. -Tiedät vähän jo mitä kemiassa opetetaan. -Tietää jo vähän asioita mitä jokin tarkoittaa. -Olen opetellut kemiaa alakoulussa jo vähän.	7/14
Ei mitenkään		-Ei kovin paljoa ainakaan vielä.	1/14
En tiedä		-En tiedä. -En keksi.	2/14

Oppilaista enemmistö oli sitä mieltä, että alakoulun ympäristöopin opetus tukee kemian oppimista. Seitsemän vastaajaa (7/14) koki saaneensa kemian sisältöihin liittyvää oppia jo alakoulussa, ja totesi esimerkiksi näin:

”Siten että alakoulussa on jo opetettu joitain asioita, joita saattaa olla kemiassa.”

Kolme vastaajaa (3/14) koki saaneensa hyödyllisiä opiskelutaitoja tai perustaitoja, kuten tästä vastauksesta käy ilmi:

”Myös tärkeiden asioiden poimiminen, jota on harjoiteltu voi auttaa.”

8.5 Opettajien kyselytutkimusten tulosten vertailua: kemianopettajat ja luokanopettajat

Opettajien kyselyiden tulokset vahvistavat kirjallisuuden pohjalta koottuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5 Yhteenveto kemian oppimisvalmiuksista): sekä yläkoulun kemianopettajat että alakoulun opettajat olivat samaa mieltä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä. Yläkoulun opettajien kyselytutkimuksen tulosten mukaan kaikkia kysytyjä taitoja tarvitaan kemian oppimisessa: Ainoastaan yksi vastaaja ilmoitti, että kolmiulotteisten kuvioiden hahmottaminen ei ole hänen mielestään oleellista kemian oppimisessa. Alakoulun opettajien kyselytutkimuksen tulosten mukaan kaikkia kysytyjä taitoja tarvitaan kemian oppimisessa, sillä vain yksi vastaaja ilmoitti, että tulosten luotettavuuden pohtiminen ei ole oleellista kemian oppimisessa. Näitä yksittäisiä vastauksia lukuun ottamatta opettajat olivat yhtä mieltä siitä, että kemian oppimisvalmiuksien osatekijät ovat juuri niitä, mitä kirjallisuusosassa oli kuvattu ja joiden pohjalta monivalintakysymykset oli laadittu.

Kemian oppimisvalmiudet 7.-luokkalaisilla ovat kemianopettajien kyselytulosten mukaan kohtalaiset, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa ovat 2,21-3,25 (2 = haastavaa, 3 = osataan kohtalaisesti). Alakoulun opettajat arvioivat 6.-luokkalaisten oppilaiden siirtyvän alakoulusta kohti yläkoulun kemiaa niin ikään kohtalaisilla valmiuksilla, sillä heidän vastauksensa saivat eri kategorioissa keskiarvot 2,60-3,53. Kemianopettajien arvioon nähden alakoulun opettajien arvio oppilaidensa valmiuksista oli hieman positiivisempi.

Kemianopettajien kyselyn tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että he arvioivat lukutaidon oppilaille haastavaksi. Eniten ”erittäin haastavaa” vastauksia saivat lukutaito, tutkimuksen tekemisen taidot ja käsitteiden oppiminen kaikista kyselylomakkeen monivalintakysymysten osa-alueista. Alakoulun opettajat antoivat eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” vastauksia käsitteiden oppimista, lukutaitoa ja abstraktia ajattelua sekä mallintamista koskeviin kysymyksiin. Oppilaiden taidot tekstin luotettavuuden pohtimisen osalta sai opettajilta heikot arviot (yläkoulun kemianopettajat ka 1,79, alakoulun opettajat ka 2,21): se on oppilaille haastavaa. Myös tulosten luotettavuuden pohtiminen tutkimusten tekemisen yhteydessä on oppilaille haastavaa (yläkoulun kemianopettajat ka 2,21, alakoulun ka 2,50).

Alakoulun luokanopettajat nostivat kemian oppimisvalmiuksien heikoksi kohdaksi abstraktien asioiden ymmärtämisen sekä mallien käyttämisen asioiden kuvaamisessa. He kokivat myös abstraktin ajattelun opettamisen haastavaksi.

Sekä kemianopettajat että alakoulun opettajat nostivat vastauksissaan esiin oppilaiden heikot opiskelutaidot (oppimisstrategian käyttö sanojen oppimisessa, itsenäisen opiskelun taidot). Yläkoulun opettajat arvioivat oppilaiden lukustrategian käyttämisen haastavaksi ja alakoulun opettajat puolestaan käsitteiden tai sanojen omatoimisen selvittämisen. Puolet vastanneista yläkoulun kemianopettajista odotti 7.-luokkalaisilta perusopiskelutaitoja. Oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja pidettiin tärkeinä taitoina kemian oppimisen alkuvaiheessa.

Yläkoulun kemianopettajien kyselyssä kemian kuvien tulkitseminen arvioitiin osattavan kohtalaisesti (ka 3,00), samoin kuin alakoulun opettajien kyselyssä monilukutaidon alle ryhmitellyt monivalintakysymykset saivat arvion ”osataan kohtalaisesti” (yhteensä ka 3,07). Nuoret elävät hyvin visuaalisessa maailmassa ja kuvien tulkinnan vahvuus voi johtua tästä: se on heille luontevaa (Habraken, 2004).

Opettajien mielestä parhaiten osataan kysyä opettajalta, jos ei ymmärretä (yläkoulun kemianopettajat ka 3,93, alakoulun opettajat ka 4,40), tämä osataan siis hyvin. Myös oppilaiden suullinen ohjeiden ymmärtäminen arvioitiin yläkoulun kemianopettajien (ka 3,57) ja alakoulun opettajien (ka 4,00) toimesta hyväksi. Kemianopettajat nostivat kemian oppimisen alun kannalta erityisen tärkeäksi taidoksi ohjeisiin liittyvät taidot: kuuntelu, ymmärtäminen, noudattaminen, ja näitä taitoja kemianopettajat myös odottavat eniten 7.-luokkalaisilta.

Tärkeimpinä taitoina kemian oppimisen alkuvaiheessa alakoulun opettajat pitivät kielellisiä valmiuksia, ja valmiutta kuunnella sekä noudattaa ohjeita. Alakoulunopettajat painottavat opetuksessaan kielellisten valmiuksien kehittymistä, eli lukutaidon, käsitteiden oppimisen ja luetun ymmärtämisen oppimista. Erilaiset työtavat ja perusasiat nähtiin myös tärkeinä. Kuitenkin juuri näissä asioissa esiintyy haasteita kemian aloituksessa kemianopettajien kyselytulosten mukaan: kemian kielen oppimisen haasteet ja yleiset toiminnanohjauksen, opiskelutaitojen puutteet nousivat kemian opettajien vastauksissa esiin. Kemianopettajien kyselyssä myös motivaation puutteet opiskelua kohtaan ovat merkittäviä 7. luokalla, jotka selittyvät osittain murrosiän mukanaan tuomalla motivaatiomuutoksilla. Kemianopettajien tuloksissa kiinnostus, innostus ja motivaatio nähtiin erityisen tärkeänä taitona kemian opiskelun aloituksessa.

Kemian kielen oppimisen haasteita aiheuttavat kemianopettajien mukaan huonot äidinkielen taidot: lukutaito ja kirjoittaminen. Myös alakoulun opettajat esittivät kielellisten

oppimisvalmiuksien riippuvan lukutaidosta. Kemianopettajien mukaan syynä kemian kielen oppimishaasteille ovat myös opiskeltavien asioiden abstraktius, käsitteiden haastavuus ja monimutkaisuus sekä näiden muistaminen.

Alakoulun opettajien vastaukset jakaantuivat kahtia siinä, miten ympäristöopin opetus tukee kemian oppimista; puolet olivat sitä mieltä, että alakoulun ympäristöoppi tukee huonosti kemian opiskelua, ja puolet olivat sitä mieltä, että perusasiat saadaan alakoulusta hyvin. Vastauksista nousi myös esiin, että opettajat eivät tiedä, mitä nivelvaiheen eri puolilla opetetaan. Yksi vastaaja (1/5) kaipasi kemian oppimishaasteiden ennaltaehkäisemiseksi materiaalipakettia alakouluun opettajan työkaluksi.

8.6 Oppilaiden kyselytutkimusten tulosten vertailua: 6. ja 8. luokan oppilaat

Oppilaiden kyselytutkimuksessa monivalintakysymyksillä selvitettiin kemian oppimisvalmiuksien osatekijöitä (terveys ja hyvinvointi, tunnetaidot sekä identiteetti rajattiin kyselyn ulkopuolelle, eikä näitä vahvistettu kokeellisessa osassa). Tuloksista käy ilmi, että oppilaat olivat käyttäneet kaikkia kysytyjä taitoja kemian oppimisessa 7. luokalla. Esiin tuli ainoastaan yksittäisiä vastauksia, joissa vastaaja ilmoitti, että ei ole käyttänyt taitoa lainkaan kemian opiskelussa. Viisi vastaajaa (5/19) oli sitä mieltä, että tekstin luotettavuutta ei ole tarvinnut arvioida opiskeltaessa kemiaa. Oppilaiden kyselytutkimusten tuloksista voidaan tehdä johtopäätös, että kaikkia kysytyjä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä johdettuja taitoja on harjoiteltu alakoulun aikana, eli kemian oppimisvalmiuksien voidaan katsoa rakentuvan alakoulussa. Kirjallisuusosassa tehty kemian oppimisvalmiuksien osatekijöiden määritelmä sai vahvistusta opettajien kyselyiden tulosten lisäksi oppilaiden kyselyiden tuloksista: vastaajat vahvistivat kysytyt osatekijät kuuluviksi kemian oppimisvalmiuksiin.

Monivalintakysymysten perustella 8. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa olleen 7. luokalla paremmaksi kuin kohtalaisiksi, jopa hyväksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa olivat 3,05-4,28. 6. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa 6. luokalla myös kohtalaisiksi tai hyväksi, sillä vastausten keskiarvot eri kategorioissa olivat 2,93-4,71.

8. luokan oppilaat vastasivat eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” -vastauksia ”abstrakti ajattelu ja mallintaminen” -kategoriaan kaikista kyselylomakkeen monivalintakysymysten osaluista. 6. luokan kyselyssä ei mikään taito saanut ”erittäin haastavaa” vastausta. Eniten ”haastavaa” -vastauksia 6.-luokkalaisten antoivat myös ”abstrakti ajattelu ja mallintamisen” -kategorialle, kuten 8.-luokkalaistenkin. Myös kategorioista ”kemian sisällöt” ja ”monilukutaito” sai useita ”haastavaa” -vastauksia 6.-luokkalaisilta.

Oppilaiden kyselyiden tuloksista selviää, että heikoimmaksi taidokseen oppilaat arvioivat ”ymmärrän kemian abstrakteja asioita, joita ei voi nähdä”. Tämä sai 8. luokan oppilailta keskiarvon 3,05, ja 6. luokan oppilailta keskiarvon 2,93. Molemmissa kyselyissä nämä olivat koko monivalintakyselyn huonoimmat keskiarvot. Myös alakoulun opettajien kyselyiden tuloksissa abstraktin ajattelun haastavuus nousi esiin.

Matalan keskiarvon sai 8. luokan kyselyssä ”osaan selittää, mikä on malli” (ka 3,28) ja ”muistan uudet kemian sanat tai käsitteet” (ka 3,32), kun taas 6.-luokkalaisten kyselyssä matalan keskiarvon sai ”osaan käyttää merkkejä ja symboleja” (ka 3,08). Tuloksen mukaan alakoulussa ei saada vahvoja merkkien ja symbolien käyttämisen taitoja, ja kemiaoppiaineen aloitus 7. luokalla tuo mukanaan aivan uuden kemian kielen, joka sisältää paitsi runsaasti käsitteitä, myös erilaisia symboleita, kuvia, kaavioita ja taulukoita.

Vahvimaksi taidokseen oppilaat arvioivat taidon ”osaan lukea kirjan luvun itsenäisesti” (8. luokan ka 4,28. ja 6. luokan ka 4,71), joka sai arvion ”osaan hyvin”. Myös itsesäätely- ja sosiaaliset taidot koettiin hyväksi (8.luokan yhteensä ka 4,05), samoin kuin kirjallisten (ka 4,01) ja suullisten (ka 4,21) ohjeiden noudattamisen taidot. 6. luokan oppilaiden vastaukset tässä kategoriassa olivat kokonaisuutena keskiarvoltaan kaikkein korkeimmat: oppilaat arvioivat taitonsa toiminnanohjauksen, tutkimuksen tekemisen taitojen sekä itsesäätely- ja sosiaalisten taitojen saralla hyväksi.

Kemian koki kiinnostavaksi selkeä enemmistö 8.-luokkalaisten kyselyyn vastanneista oppilaista (14/19 vastasi samaa mieltä tai täysin samaa mieltä) ja kaikki 6.-luokan kyselyyn vastaajat olivat kiinnostuneita kemiasta.

Opiskelutapansa toimivaksi koki 8. luokan kyselyssä 15 vastaajaa (15/19). Opiskelijalta vaaditaan yläkoulussa oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja laajemmin alakouluun

verrattuna. Tulosten mukaan 8.-luokkalaisilla on hieman monipuolisemmat opiskelutavat kuin 6.-luokkalaisilla, sillä he nimesivät seitsemän opiskelutapaa, kun taas 6. luokkalaiset nimesivät viisi tapaa. Suosituin kirjan luvun opiskelutapa oli molemmilla vastanneilla oppilasryhmillä lukeminen. Lukuharrastusta mittaavien kysymysten tulokset osoittavat, että lukuharrastus näyttäisi vähenevän alakoulusta yläkouluun siirryttäessä: 6.-luokkalaiset lukevat vapaa-ajalla mielellään (11/14 samaa mieltä tai täysin samaa mieltä), kun taas 8.-luokkalaisista vain 6/19 vastaajaa lukee vapaa-ajallaan paljon.

Oppilaat kokivat hyötynensä eniten 7. luokan kemiassa työskentelyyn liittyvistä taidoistaan, kemian pohjatiedoista ja taidosta kuunnella ohjeita ja opettajaa, selviää 8. luokan kyselyn tuloksista. Alakoulun ympäristöopin opetuksen koki tukevan kemian oppimista 6. luokan kyselyyn vastanneiden enemmistö. Vastaajat kokivat saaneensa alakoulussa kemian sisältöihin liittyvää oppia, hyödyllisiä opiskelutaitoja tai perustaitoja. Kuitenkin 8.-luokkalaisista reilu enemmistö (13/19) oli sitä mieltä, että alakoulun puolella olisi kannattanut harjoitella kemian sisältöjä (esimerkiksi alkuaineiden nimiä), kokeellisuutta ja keskittymistä.

8.7 Opettajien ja oppilaiden kyselytutkimusten tulosten vertailua

Monivalintakysymysten tulokset opettajien kyselyiden tulosten (kts. luvut 8.1 ja 8.2) yhdessä oppilaiden kyselyiden tulosten (kts. luvut 8.3 ja 8.4) kanssa vahvistavat kirjallisuusosassa muotoiltuja kemian oppimisvalmiuksia (kts. luku 4.5): kaikkia kysytyjä kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä johdettuja taitoja harjoitellaan alakoulun aikana ja vaaditaan kemian oppimisessa 7. luokalla.

Oppilaiden omien taitojensa arviot ovat selkeästi positiivisemmat verrattuna opettajien arvioihin. Monivalintakysymysten perustella 6. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa 6. luokalla kohtalaisiksi tai hyviksi, sillä vastausten keskiarvot ovat 2,93-4,71. 8. luokan oppilaat arvioivat kemian oppimisvalmiutensa 7. luokalla paremmaksi kuin kohtalaisiksi, jopa hyviksi, sillä vastausten keskiarvot ovat 3,05-4,28. Alakoulun opettajat arvioivat 6.-luokkalaisten oppilaiden kemian oppimisvalmiudet kohtalaisiksi, sillä monivalintakysymysten vastausten keskiarvot ovat 2,60-3,53. Kemianopettajat puolestaan arvioivat 7.-luokkalaisten oppilaiden kemian oppimisvalmiudet kohtalaisiksi, sillä heidän monivalintakysymystensä vastausten keskiarvot ovat 2,21-3,25.

Oppilaiden kyselyssä ”abstrakti ajattelu ja mallintamisen” nousivat esiin eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” -vastauksia saaneina. Myös alakoulun opettajat antoivat eniten ”erittäin haastavaa” tai ”haastavaa” vastauksia juuri tälle kategorialle. Alakoulun opettajat kokivat myös abstraktin ajattelun opettamisen haastavaksi.

Kemianopettajien kyselyn tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että he arvioivat lukutaidon oppilaille haastavaksi. Oppilaat sen sijaan arvioivat ”osaan lukea kirjan luvun itsenäisesti” - taidon vahvimaksi taidokseen (8. luokan ka 4,28. ja 6. luokan ka 4,71), eli ”osaan hyvin”. Tärkeimpinä taitoina kemian oppimisen alkuvaiheessa alakoulun opettajat pitivät kielellisiä valmiuksia. Alakoulunopettajat painottavat opetuksessaan kielellisten valmiuksien kehittymistä, eli lukutaidon, käsitteiden oppimisen ja luetun ymmärtämisen oppimista. Sekä kemianopettajien että 8. luokan oppilaiden kyselytutkimuksen vastusten mukaan kuitenkin juuri näissä asioissa esiintyy haasteita kemian aloituksessa. Kemian kielen oppimisen haasteita aiheuttavat kemianopettajien mukaan huonot äidinkielen taidot: lukutaito ja kirjoittaminen. Myös alakoulun opettajat esittivät kielellisten oppimisvalmiuksien riippuvan lukutaidosta. Oppilaiden kyselyiden tuloksista kävi ilmi, että lukuharrastus laskee alakoulusta yläkouluun siirryttäessä.

Oppilaat arvioivat taitonsa toiminnanohjauksen ja itsesäätely- ja sosiaalisten taitojen osalta hyviksi. Alakoulun opettajat arvioivat oppilaiden ymmärtävän suulliset ohjeet hyvin (ka 4,00) ja toiminnanohjauksen kategoria sai heiltä koko kyselyn korkeimman keskiarvon 3,53. Kuitenkin kemianopettajien avoimissa kysymyksissä ohjeisiin liittyvät ongelmat nousivat keskeisiksi (kts luku 8.1.3). Vastanneet opettajat ja 8. luokan oppilaat olivat yhtä mieltä siitä, että yksi tärkeimmistä taidoista kemian oppimisen alussa on ohjeiden kuuntelun taito. Opettajien mielestä parhaiten osataan kysyä opettajalta, jos ei ymmärretä. Oppilaiden vastauksista nousi esiin tärkeänä taitona se, että uskalltaa kysyä, jos ei ymmärrä.

Oppilaiden taidot tekstin luotettavuuden pohtimisen osalta sai opettajilta heikot arviot: se on oppilaille haastavaa. Myös tulosten luotettavuuden pohtiminen tutkimusten tekemisen yhteydessä on oppilaille haastavaa. Osa 8. luokan vastanneista oppilaista oli sitä mieltä, että tekstin luotettavuutta ei ole tarvinnut arvioida opiskeltaessa kemiaa, ja yksi 6. luokan oppilaista ei ollut mielestään lainkaan arvioinut tekstin luotettavuutta alakoulussa. Opettajien ja oppilaiden arviot viittaavat johtopäätökseen, että tätä taitoa olisi aiheellista harjoitella enemmän koulussa.

Opettajat nostivat vastauksissaan esiin oppilaiden heikot opiskelutaidot. Yläkoulun opettajat arvioivat oppilaiden lukustrategian käyttämisen haastavaksi ja alakoulun opettajat puolestaan käsitteiden tai sanojen omatoimisen selvittämisen. Puolet vastanneista yläkoulun kemianopettajista odotti 7.-luokkalaisilta perusopiskelutaitoja. 6.-luokkalaiset kokivat vastaustensa mukaan saaneensa alakoulusta hyödyllisiä opiskelutaitoja tai perustaitoja. Kemian oppimisen alkuvaiheessa pidettiin tärkeinä oppimaan oppimisen taitoja ja opiskelutaitoja. Näitä yläkoulun opettajat toivoivat harjoiteltavan alakoulussa. 8. luokan oppilaiden kyselyssä enemmistö koki opiskelutapansa toimivaksi. Tulosten mukaan 8.-luokkalaisilla on hieman monipuolisemmat opiskelutavat kuin 6.-luokkalaisilla. Kemianopettajat korostivat kodin tuen tärkeyttä opiskeluun 7. luokalla, kun muutoksia nuoren elämässä tulee paljon. 8. luokan kyselyssä suurin osa ilmoittikin saavansa tukea opiskeluun kotoa.

Alakoulun opettajista vain puolet vastanneista olivat sitä mieltä, että alakoulun ympäristöopin opetus tukee kemian oppimista yläkoulussa. Vastanneet 8.-luokkalaiset ehdottivat jo alakoulun puolella harjoiteltaviksi asioiksi kemian sisältöjä (esimerkiksi alkuaineiden nimiä), kokeellisuutta ja keskittymistä eli tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen liittyviä taitoja. Motivaatio kemian oppimiseen oli vastanneilla oppilaille hyvä. Opettajien mukaan motivaatio kemiaan on 7. luokalla hyvä, mutta heikkenee opiskelun edetessä.

9 Yhteenveto

Tässä kappaleessa esitellään vastaukset tutkimuskysymyksiin ja tutkimusongelmaan, ja esitetään tärkeimmät johtopäätökset. Pohdinnassa esitetään ajatuksia tulosten merkityksestä ja tutkielman saavutuksista. Tarkastellaan myös kriittisesti tutkielman luotettavuutta ja eettisyyttä, ja lopuksi esitetään jatkotutkimusehdotuksia.

9.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Kemian oppimisvalmiudet tarkoittavat yksilön valmiuksia oppia uusia tietoja ja taitoja kemiaoppiaineen osalta. Kemian oppimisvalmiuksien osatekijät tämän tutkimuksen pohjalta ovat vahva opetuskielen kielitaito, ajattelun taidot kemian kolmitahoisen luonteen ja abstraktien asioiden ymmärtämiseksi, kyky muistaa ulkoa kemian sisältöjä, motivaatio kemian opiskeluun ja metakognitio, eli käsitys itsestä kemian oppijana sekä oppimaan oppimisen taidot kemian monimutkaisten sisältöjen oppimiseksi. Kemian oppimisvalmiuksiin kuuluvat myös terveys ja hyvinvointi, ja 7.-luokkalaisten tulisi kiinnittää huomiota riittävään uneen ja terveelliseen ravintoon. Lisäksi erityisesti kokeellisissa töissä korostuvia kemian oppimisvalmiuksia ovat motoriset taidot, aistitoiminnot, hahmotus- ja havaitsemiskyky, sekä turvallisen kokeellisen työskentelyn takaamiseksi riittävät itsesääntely- ja yhteistyötaidot, tarkkaavaisuus ja oman toiminnan ohjaus. Kemian oppimisvalmiuksiin kuuluvat myös minäkuva, itsetunto ja identiteetti, jotka kehittyvät murrosikäisellä 7.-luokalaisella ja kokemus itsestä kemian oppijana muotoutuu kemian opiskelun alussa.

Kemian oppimisvalmiudet 7.-luokkalaisilla ovat kohtalaiset, jopa hyvät. Kemian opiskelun aloituksessa haasteita esiintyy kemian kielen oppimisessa, opiskelutaidoissa ja toiminnanohjauksessa. Kemian oppimismotivaatio on 7. luokalla hyvä, mutta kuitenkin opiskeluasenne aiheuttaa oppimishaasteita. Kemian opiskelun aloituksessa esiintyy ongelmia kemian sisältöjen opiskelussa, asioiden ymmärtämisessä ja käsitteiden muistamisessa. Alakoulussa tulisi harjoitella kemian sisältöjä (esimerkiksi alkuaineiden nimiä), kokeellisuutta ja keskittymistä.

Alakoulun ympäristöopin opetuksesta saadaan valmiuksia kemian oppimisen aloittamiseen niin, että perusasiat ja työskentelytaidot opitaan hyvin. Tärkeinä pidettiin

opiskelutaitoja. 8.-luokkalaisilla on hieman monipuolisemmat opiskelutavat kuin 6.-luokkalaisilla. Myös itsesääätelytaitojen oppiminen alakoulussa on tärkeää, erityisesti opettajan ja ohjeiden kuuntelemisen taidot. Ajattelun taitoja pyritään harjaannuttamaan alakoulussa, mutta abstrakti ajattelu on haasteellinen oppilaille oppia sekä erityisesti alakoulussa opettajille opettaa. Kemian opiskelussa tarvittavia pohjatietoja kannattaisi tuoda enemmän esiin alakoulussa. Alakoulun opettajat eivät tiedä, millaisia pohjatietoja yläkoulun kemiassa tarvitaan.

Kemian kielen oppimisen ja käsitteiden ymmärtämisen haasteita esiintyy 7.-luokkalaisilla, ja syyksi tähän esitettiin heikkoja opetuskielen kielitaitoa. Kielellisten oppimisvalmiuksien nähtiin riippuvan lukutaidosta. Lukeminen on oppilaiden käytetyin opiskelutapa. Lukuharrastus näyttäisi vähenevän alakoulusta yläkouluun siirryttäessä. Kemian kielen oppimishaasteita aiheuttaa myös opiskeltavien asioiden abstraktius, käsitteiden haastavuus ja monimutkaisuus sekä näiden muistaminen. Kemian kielen oppimisen valmiuksia alakoulussa harjoitellaan muun muassa tehtävien avulla ja kertaamalla, mutta osa vastanneista opettajista arvioi tämän taidon harjoittamisen jäävän opetuksessaan vajaaksi. Kemianopettajat ehdottivat kemian kielen oppimishaasteiden tukemiseksi kertaamista, havainnollistamista, opiskeltavan asian pelillistämistä ja kielitietoista kemian opetusta. Kemian käsitteiden opettamisessa painottaminen, kertaaminen, rajaaminen ulkoa opettelu, testaaminen ja kokeellisuus nähtiin hyödyllisinä. Alakoulussa kannattaisi käyttää samoja oppimismenetelmiä käsitteiden opetteluun kuin yläkoulun kemianopettajat käyttävät, jolloin menetelmät olisivat oppilaille jo entuudestaan tuttuja ja opiskelu sujuvampaa.

Kemiaan liittyvän monilukutaidon haasteita kartoitettiin myös tässä tutkielmassa. Opettajien vastauksista ilmenee, että monilukutaito on oppilailla kohtalainen. Tämä voi johtua siitä, että nuoret elävät hyvin multimediaisessa arjessa, ja erilaiset viestintämuodot ovat tuttuja. Kriittisen lukutaidon harjoittelu näyttäisi kuitenkin jäävän koulussa vähälle, sillä osa oppilaista ei kyselyn tulosten mukaan ollut arvioinut tekstin luotettavuutta lainkaan opiskellessaan. Monilukutaitoon kuuluvien tilastojen ja mallien tutkiminen mainittiin vastauksissa haastavaksi. Alakoulussa voisi olla aiheellista vahvistaa vielä laajemmin oppilaiden monilukutaitoa.

Tutkimusongelman vastaukseksi voidaan tiivistää: **7.-luokkalaiset saivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun** siten, että alakoulussa mahdollistetaan kemian oppimisvalmiuksien rakentuminen ja tuetaan erityisesti kemian oppimisen alkuvaiheen

ongelmakohtiin liittyvien taitojen karttumista. Kemian opiskelun alussa oppilaat hyötyvät erityisesti vahvasta opetuskielen kielitaidosta, opiskelutaidoista sekä ajattelun, itsesäätelyn ja toiminnanohjauksen taidoista.

9.2 Pohdinta

Sujuvan kemian oppimisen aloituksen mahdollistamiseksi oppilaalla täytyy olla ennakkotiedot ja -taidot, joilla hän voi kemiaa oppia. Kemian oppimisessa korostuvat kielelliset valmiudet, kaiken pohjana hyvä lukutaito, mutta myös toiminnanohjauksen ja itsesäätelyn taidot, joita vaaditaan erityisesti kokeellisessa työskentelyssä. Kaikessa oppimisessa opiskelutaidot ovat tärkeitä tehokkaan opiskelun mahdollistajia. Tässä tutkielmassa kartoitettiin kattavasti kemian oppimisvalmiuksien osatekijät ja löydettiin keinoja kemian oppimisen mahdollisimman hyvän alun tukemiseen.

Oppimisessa tulisi olla jatkumo alakoulusta yläkouluun niin, että oppilaan tiedoilla ja taidoilla on mahdollisuus karttua. On hyvin tärkeää, että alakoulun opettajat tietävät, minkälaisia valmiuksia yläkoulussa oppilaalta vaaditaan. Tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että opettajat eivät tarkalleen tiedä, mitä kemian oppimisessa vaaditaan yläkoulussa. Myös yläkoulun kemian opettajien on huomioitava aloittavat 7.-luokkalaiset: he ovat juuri alakoulun päättäneitä, eikä heiltä voi odottaa samaa itseohjautuvuutta tai opiskelutaitoja, kuin yläkoululaisilta yleensä. 7. luokan aluksi näihin asioihin tulee opettajien kiinnittää huomiota ja tarjota tukea. On tärkeä tunnistaa kemian oppimisen haasteita, jotta niihin voidaan kohdistaa tukea. Siksi tässä tutkielmassa kemian aloituksessa ilmenneitä haasteita kysyttiin sekä opettajilta että oppilailta.

Kemian oppimisen alkuvaiheessa oppilaan täytyy opetella alkuaineiden ja välineiden nimet. Tämä on oppilaille laaja ja haastava tehtävä, ja herää kysymys, voitaisiinko ulkoa opeteltavien nimien määrää jakaa jo 6. luokalle, jolloin 7. luokalla kuorma ei olisi niin suuri? Tällöin kemian sisältöjä pitäisi tuoda esille enemmän alakoulun ympäristöopin opetuksessa.

Oppimisvalmiudet vaihtelevat yksilöiden välillä suuresti. Oppimisvalmiuksien yhteydessä puhutaan myös koulun valmiudesta ottaa vastaan erilaiset oppijat. Kuinka hyvin nykymuotoinen kemian opetus huomioi erilaiset oppilaat ja oppilaiden erilaiset oppimisvalmiudet? Miten esimerkiksi kokeellisuutta voidaan opettaa kaikille, erilaisilla

oppimisvalmiuksilla varustetuille oppilaille, jotta kuitenkin turvallinen oppimisympäristö voidaan taata?

Tämän tutkimuksen eräänä hypoteesina oli, että kemian oppimisen haasteet liittyvät käsitteiden ymmärtämiseen ja abstraktiin ajatteluun. Kemian sanojen ja käsitteiden oppimisen haastavuus on tämän tutkimuksen tulosten mukaan yksi kemian oppimishaasteista, sillä opettajien kyselyssä käsitteiden oppiminen, ymmärtäminen ja muistaminen arvioitiin oppilaille haastavaksi. Myös abstraktien asioiden ymmärtäminen kemiassa sekä mallien käyttö asioiden kuvaamisessa arvioitiin haastavaksi oppilaille. Hypoteesi osoittautui siis tältä osin oikeaksi.

Oppimisvalmiuksien kehittymiseen vaikuttavat vuorovaikutus sosiokulttuurisessa ympäristössä. Oppilaan ja opettajan vuorovaikutuksen merkitystä ei voi liiaksi korostaa: Lämmin vuorovaikutussuhde opettajan ja oppilaan välillä edistää oppimista, koulumenestystä ja oppimiseen sitoutumista (Ikonen, 2001, s. 66-67; Woolfolk, 2021, s. 35-36). Oppimisvalmiuden ollessa kehittymässä, oppilas tarvitsee aikuisen tukea tehtävästä selviytymiseen, siis vuorovaikutusta. Opettaja ja muut oppilaan tukena olevat aikuiset ovat erittäin tärkeitä oppimisvalmiuksien rakentumisessa.

Tutkielman tärkeimpänä saavutuksena voidaan pitää kemian oppimisvalmiuksien osatekijöiden tarkastelua, jossa pyrittiin selvittämään, mitä kemian oppimisvalmiudet oikeastaan ovat. Tämän tiedon toivotaan lisäävän opettajien ymmärrystä kemian oppimiseen vaikuttavista tekijöistä, joita he pystyisivät omassa opetuksessaan ottamaan huomioon tehokkaan opetuksen järjestämiseksi. Kyselyyn vastannut joukko toi myös esiin kemian oppimisen aloituksen haasteita, jotka tiedostamalla opettaja voi painottaa juuri näitä haastavia asioita ja tarjota niihin tukea.

9.3 Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu

Tutkimusaineisto oli osa opinnäytetyötä, jossa tutkimusentekoa vielä harjoiteltiin. Tämä voi vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen. Tutkijalle aineiston keruu ja analysointi oli oppimistilanne. Aiempia tutkimuksia kemian oppimisvalmiuksista ei kirjallisuushaussa löytynyt, joten tuloksia ei voida verrata aiempiin tutkimuksiin.

Kirjallisuusosan rakentamisessa haettiin tietoa Jyväskylän yliopiston kirjastosta sekä internetin tietokannoista. Tiedonhaussa huomioitiin viimeisimmät kansainväliset tutkimusartikkelit. Koska tutkimuskohteena oli suomalaisen kunnan 7.-luokkalaisten kemian oppimisvalmiudet, haettiin tietoa oppimisvalmiuksista myös suomalaisista lähteistä.

Tutkimusmenetelmänä oli kyselytutkimus. Tutkimuslomakkeen monivalintakysymysten rakentaminen on kuvattu luvussa 6. Tutkimusaineiston hankintamenetelmässä monivalintakysymykset muokattiin tutkimuskirjallisuudessa esiin nousseista asioista. Koska tutkimuksen tarkoituksena oli vertailun mahdollistaminen vastaajaryhmien välillä, pidettiin monivalintakysymyksien runko samanlaisena eri kyselyissä. Tämän oletettiin tukevan tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 33 oppilasta ja 19 opettajaa. Koska tutkimukseen osallistuneet oppilaat olivat alaikäisiä, oli oppilaiden huoltajia tiedotettu ennakkoon kyselystä, ja oppilailla oli huoltajien lupa osallistua tutkimukseen.

Tutkimuspaikkakunta valikoitui sillä perusteella, mikä oli tutkimuksen toteuttamisen ja aikataulun kannalta sopivin. Kyseisessä kunnassa on vain yhdet luokat kutakin ikäluokkaa, joten tutkimus koski koko kunnan koululuokkia 6 ja 8. Tutkimuksen teettämiseen koulussa kysyttiin lupa kunnan sivistysjohtajalta. Kyseinen tutkimus on teetetty vain yhdellä paikkakunnalla, yhdessä koulussa. Tulokset voisivat olla erilaiset toisessa koulussa. Pieni otoskoko on työn luotettavuutta heikentävä tekijä.

Opettajien kyselyä jaettiin sekä sähköpostitse tietyille tutkijan tuntemille opettajille, ja myös Facebookin ryhmien kautta, jolloin vastaamaan pääsi kuka tahansa ryhmien jäsen. Alakoulun luokanopettajien vastaajamäärä jäi tavoiteltua pienemmäksi. Tätä saattaa selittää kyselyn ajankohta: tutkimusaineisto kerättiin lukuvuoden alussa, kun noin kolme viikkoa oli kulunut koulujen alkamisesta. Opettajilla saattoi olla kiireitä ja vastauksia ei ehditty antamaan. Alakoulun luokanopettajat saattavat kokea kemian itselleen vieraana oppiaineena, eivät ehkä sen vuoksi ryhtyneet vastaamaan kyselyyn. Otokoot ovat pienet kaikissa toteutetuissa kyselyissä, ja luotettavampaan tulokseen olisi päästy suurentamalla otoskokoa.

Kysely perustui vapaaehtoisuuteen, ja se tuotiin esiin kyselyiden saateteksteissä. Siinä kuvattiin tutkimuksen keskeiset tavoitteet ja sisällöt. Saatekirjeessä oli tutkijan ja ohjaajan yhteystiedot, jotta vastaajilla oli mahdollisuus saada lisää informaatiota tutkimuksesta näin halutessaan.

Kaikkien kyselyiden vastaukset eri kysymyksiin analysoitiin huolellisesti ja tuloksia tarkasteltiin suhteessa tutkimuskysymyksiin ja kirjallisuusosan teorian tietoon. Tutkimustuloksien tilastollisessa analyysissä vaihtoehto 6 ”en ole käyttänyt kemian oppimisessa/ei ole oleellista kemian oppimisessa/ en ole harjoitellut alakoulussa lainkaan”-sarake jätettiin huomiotta keskiarvojen ja keskihajonnan laskemisessa. Oppilaiden kyselylomakkeissa muutama vastaaja oli valinnut kaksi vaihtoehtoa yhdelle riville, vaikka tarkoituksena oli vain yhden vastausvaihtoehdon valitseminen. Näistä tapauksissa otettiin tilastolliseen analyysiin huomioon molemmat vastaukset. Joissakin väittämässä ei ollut valittu lainkaan vastausvaihtoehtoa. Kyselytutkimuksen heikkoutena ovat sen pinnallisuus ja mahdottomuus arvioida vastaajien huolellisuutta ja rehellisyyttä (Hirsjärvi, 2003, s. 184). Myös kysymyksen väärinymmärtäminen on mahdollista.

Kyselylomakkeelle valitut kysymykset ja kielelliset ilmaukset ovat voineet ohjata vastaajan ajatuksia ja vaikuttaa vastauksiin (Hirsjärvi, 2003, s. 213). Esimerkiksi voi olla, että kemian oppimishaasteiksi nousevat kielelliset haasteet siksi, koska kielellisiä valmiuksia koskevia kysymyksiä oli lomakkeella runsaasti. Toisaalta tulosten analysoinnissa vastaajien kielellisiä ilmauksia voidaan myös tulkita monella tavalla. Tarkennusta vastauksiin olisi saatu haastatteleamalla vastanneet, jolloin vastauksien pohjalta olisi voitu esittää jatkokysymyksiä.

Tässä tutkielmassa esitetään vain tutkimuksen kannalta keskeisimpien kysymysten tulokset. Kaikki tutkimuksessa olleet kysymykset ovat nähtävissä liitteenä olevilla kyselylomakkeilla. Tulokset on esitetty taulukoissa, joista on mahdollista nähdä alkuperäiset vastaukset. Avointen kysymysten tulosten analysoinnissa käytettiin kirjallisuuden pohjautuvaa luokittelua kemian oppimisvalmiuksien osatekijöistä. Avoimista kysymyksistä on nostettu aineistolainauksia, vastaukset on esitetty taulukoissa ja niitä on verrattu kirjallisuusosan tietoihin.

Tutkimustulokset on säilytetty huolellisesti. Tutkimusaineisto käsiteltiin luottamuksellisesti niin, että siihen oli pääsy vain tutkimuksen tekijällä ja ohjaajalla. Aineisto on suunniteltu säilytettävän tutkijan hallussa siihen asti, että opinnäytetyön hyväksymisestä on kulunut kuusi kuukautta, minkä jälkeen aineisto hävitettäisiin.

9.4 Jatkotutkimusaiheita

Kemian oppimisvalmiudet ovat laaja joukko erilaisia valmiuksia. Jatkotutkimuksena voitaisiin tutkia eri kemian oppimisvalmiuksien osatekijöitä tarkemmin keskittyen vain tiettyyn osatekijään kerrallaan. Samalla voitaisiin syventää juuri tietyn valmiuden kehittämiseksi annettavien tukitoimien kartoitusta ja keinoja.

Tässä tutkimuksessa otoskoot olivat pieniä, ja siksi jatkotutkimusaiheena voisi olla oppimisvalmiuksien selvittäminen laajemmalla joukolta. Tällöin saataisiin kattavampia ja vertailukelpoisempia tuloksia.

Suomessa yhä useamman oppilaan äidinkieli ei ole suomi, sillä elämme kansainvälisessä ja monikulttuurisessa maailmassa. Kielitietoinen kemianopetus voisi olla tärkeä jatkotutkimusaihe, esimerkiksi kemian käsitteiden opettaminen S2-oppilaille: kuinka huomioida oppilaan eri kielten taidot kemian sisältöjen oppimisessa.

Kemian kielen oppimishaasteissa voitaisiin tukea kemian kielen oppimisvalmiuksien rakentumista jo alakoulussa esimerkiksi käyttämällä samoja opetusmetodeja ympäristöopin sanojen ja käsitteiden opetuksessa kuin kemian opetuksessa. Tällöin menetelmät olisivat oppilaille tuttuja ja opiskelustrategioita olisi opeteltu jo alakoulun aikana. Tämä voisi olla yksi jatkotutkimusaihe, jossa järjestettäisiin tällainen opetuskokeilu konkreettisesti alakouluun.

10 Kirjallisuus

Aalto, E. & Mustonen, S. (2016). Merkityksellisiä tekoja opettajaopinnoissa. *Sutina: Suomi toisena kielenä -opettajat ry:n jäsenlehti*, 3, 6–11.

Aalto, E., Mustonen, S., Järvenoja, M. & Saario, J. (2019). Monikielisen oppijan matkassa. Verkkosivusto opettajankoulutukseen. Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitos. <https://monikielisenoppijanmatkassa.fi>

Agge, K. (2009). Kokeellisuus alakoulussa: Tekemällä oppii. Teoksessa M. Aksela & J. Pernaa (toim.), *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin*. IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 2009. Helsingin yliopisto. https://helda.helsinki.fi/bitstream/10138/306403/1/Kemian_opetuksen_p_iv_t_2009_PDF_.pdf

Aksela, M. (2009). Kokeellisuus kemian oppimisen tukena – teoriaa ja käytäntöä. Teoksessa M. Aksela & J. Pernaa (toim.), *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin*. IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 2009. Helsingin yliopisto. https://helda.helsinki.fi/bitstream/10138/306403/1/Kemian_opetuksen_p_iv_t_2009_PDF_.pdf

Alkan, F. & Altundag, C. K. (2018). The effect of hands-on chemistry experiments on self-directed learning readiness. Turkki. *Journal of International Scientific Researches*. https://www.academia.edu/70895205/The_Effect_of_Hands_On_Chemistry_Experiments_on_Self_Directed_Learning_Readiness

Amurdawati, G., Suyatno, Pambudi, D. I., Wantini, Hendrik, M. (2020). Analysis on students' learning readiness in junior high schools of Pangkalpinang, Bangka Belitung. Negeri Semarang yliopisto, Indonesia. *Universal Journal of Educational Research*. 8(9), 3807–3813. <https://pdfs.semanticscholar.org/be53/b8b171ab01272a43a0a90086e915208f55a7.pdf>

Andersen, L. K. & Ruohotie-Lyhty, M. (2019). Mitä on kielitietoisuus ja miten se näkyy koulussa?. *Kieli, koulutus ja yhteiskunta*, 10(2). <https://www.kieliverkosto.fi/fi/journals/kielikoulutus-ja-yhteiskunta-maaliskuu-2019/mita-on-kielitietoisuus-ja-miten-se-nakyy-koulussa>

Annenbergin säätiö. (2023). Reading & writing in the disciplines. Annenberg learner. Los Angeles. <https://www.learner.org/series/reading-writing-in-the-disciplines/>

Aremo, Nina. (2013). Kemian opetuksen ja oppimisen erityispiirteitä. Teoksessa A-M. Lahtinen ja S. Lindblom-Ylänne (toim.), *Yliopistodidaktiikka – esseitä yliopistoopetuksesta tieteenaloittain* (s.155-156). Helsingin yliopisto. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40778/yliopistodidaktiikka.pdf?sequence=4#page=163>

Arnold, C., Bartlett, K., Gowani, S., Merali, R. (2007). Is everybody ready? Readiness, transition and continuity: lessons, reflections and moving forward. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000147441>

- Aro, T., Jacqueline, J-F., Hengari, J., Kariuki, D. & Mkandawire, L. (2011). Learning and learning disabilities. Teoksessa T. Aro & T. Ahonen (toim.), *Assessment of learning disabilities: Cooperation between teachers, psychologists and parents*. Turun yliopisto ja Niilo Mäki instituutti, Jyväskylä. 1. painos. s. 11–29. https://www.nmi.fi/wp-content/uploads/2019/01/learning_disabilities_book.pdf
- Dangol, R. & Shrestha, M. (2019). Learning readiness and educational achievement among school students. *The International Journal of Indian Psychology*, 7. https://www.researchgate.net/profile/Milan-Shrestha-6/publication/333673489_Learning_Readiness_and_Educational_Achievement_among_School_Students/links/5cfe22dc4585157d159ff4fc/Learning-Readiness-and-Educational-Achievement-among-School-Students.pdf
- Degutyté-Kančauskienė, A. (2020). Investigation of actualization of learning to learn competence in chemistry classes. https://www.researchgate.net/publication/344035051_Investigation_of_Actualization_of_Learning_to_Learn_Competence_in_Chemistry_Classes
- De Jong, O., Blonder, R. & Oversby, J. (2013). How to balance chemistry education between observing phenomena and thinking in models. Teoksessa I. Eilks & A. Hofstein (toim.) *Teaching chemistry – A studybook a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*. Sense publishers, Rotterdam, Boston, Taipei.
- Eilola, J. & Hosio, K. (2017). *Toiminnalliset työtavat tukemassa matemaattisia oppimisvalmiuksia esi- ja alkuopetuksessa*. [kandidaatintyö, Oulun yliopisto]. JULTIKA-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201705041683>
- Euroopan komissio. (2018). Neuvoston suositus oppimisen avaintaidoista. ST/9009/2018/INIT https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2018.189.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2018:189:TOC
- Fang, Z. (2012). Language correlates of disciplinary literacy. *Top Lang Disorders*, 32, 19–34. <https://alliedhealth.ceconnection.com/files/TL0112B-1337958964160.pdf>
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115–130. Taiwan.
- Gilbert, J. & Treagust, D. (2009). Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. Teoksessa J. K. Gilbert & D. Treagust (toim.) *Models and modeling in science education. Multiple representations in chemical education*. 2. painos, Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8872-8_1
- George, A., Zowada C., Eilks, I. ja Gulacar, O. (2021). Exploring chemistry professors' methods of highlighting the relevancy of chemistry: Opportunities, obstacles, and suggestions to improve students' motivation in science classrooms. *Education Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/educsci11010013>

Habraken, C. L. (2004). Integrating into chemistry teaching today's student's visuospatial talents and skills, and the teaching of today's chemistry's graphical language. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1).

<https://link.springer.com/article/10.1023/B:JOST.0000019641.93420.6f>

Harlen, W. (2006). *Teaching, learning & assessing science 5-12*. Bristolin yliopisto, UK. 4. painos. Sage publications.

Hilferty, F., Redmond, G. & Katz, I. (2020). The implications of poverty on children's readiness to learn. University of New South Wales. *Australasian Journal of Early Childhood* 35(4), 63–71.

https://www.researchgate.net/publication/270885724_The_Implications_of_Poverty_on_Children's_Readiness_to_Learn

Hirsjärvi, A., Remes, P. & Sajavaara, P. (2003). *Tutki ja kirjoita*. Tammi. 10. painos. Gummerus, Jyväskylä.

Hofstein, A., Kipnis, M. & Abrahams, I. (2013). How to learn in and from the chemistry laboratory. Teoksessa I. Eilks & A. Hofstein (toim.) *Teaching chemistry – A studybook a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*. Sense publishers, Rotterdam, Boston, Taipei.

Hofstein, A. ja Mamlok-Naaman, R. (2011). High-school students' attitudes toward and interest in learning chemistry. *Educación Química*. 22(2), 90–102.

[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30121-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30121-6)

Hämälä, R. (2021). Terveysten edistäminen osa 1–7. Luentotalenne. Jyväskylän yliopiston avoin yliopisto.

Hänninen, S. (2006). *Oppimisvalmiudet ja niihin vaikuttavat tekijät työttömällä työnhakijoilla*. [pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto]. Trepo-julkaisuarkisto.

<https://urn.fi/urn:nbn:fi:uta-1-15500>

Ikonen, O. (2001). *Oppimisvalmiudet ja opetus*. 3. painos. WS Bookwell, Juva.

Inkinen, S. (2013). *Integroitujen opiskelijoiden tuentarve*. [opinnäytetyö, Humanistinen ammattikorkeakoulu]. Theseus-julkaisuarkisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201305209604>

JAMK, 2023. Erityisen tuen perusteet ammatillisessa koulutuksessa osa II. Avoin oppimateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

<https://oppimateriaalit.jamk.fi/erkkaperusteetii/>

Jayanthi, A., Kistan, A., Marcus, M. & Rajeswa, R. (2022). A Linguistic study of chemical terms. *Oriental Journal of Chemistry*. 38(2). <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/380231>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – Logical or psycho-logical? *The Practise of Chemistry Education*. 1(1), 9–15.

https://www.researchgate.net/publication/255741426_Teaching_of_Chemistry-Logical_or_psychological

Johnstone, A. H. (1993). The Development of chemistry teaching, *Symposium on Revolution and Evolution in Chemical Education*, 70(9), 701–705.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjelNrKp7P_AhXv-ioKHRwqBGoQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fmoscow.sci-hub.se%2F1119%2F0efe407e0b52960e6394d32c694faa1a%2Fjohnstone1993.pdf&usg=AOvVaw2TOpocaV34PvRGAS4I1DY-

Justi, R. & Gilbert, J. (2002). Models and modelling in chemical education. Teoksessa J. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust & J. Van Driel (toim.) *Chemical education: Towards research-based practice* (s. 47-68). Springer.

https://www.researchgate.net/publication/226642407_Models_and_Modelling_in_Chemical_Education

Jyväskylän yliopisto. (2020). Minäpystyvyys. Tietopankki.

<https://www.jyu.fi/edupsy/fi/tutkimus/hankkeet-projects/matematiikan-maailmaan/tietomateriaalit/minapystyvyys>

Jyväskylän yliopisto. (2023). Toiminnallisuus kielten opetuksessa. Toiminnallista monikielisyttä. <https://toiminnallistamonikielisyutta.wordpress.com/toiminnallisuus/>.

Kainulainen, J. 2015. Monilukutaito oppiaineissa. Luentomateriaali. Jyväskylän yliopisto.

Ketonen, T. (2020). *Kemian opetus ammatillisessa peruskoulutuksessa*. [pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto.

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/73585/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-202101121064.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kontturi, M. (2011). *Psykologi kouluvalmiuden arvioijana: Neljä tapausta kouluvalmiustutkimuksen merkityksestä*. [pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto]. EREPO-julkaisuarkisto.

https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/10475/urn_nbn_fi_uef-20110435.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Kotajoki, T. (2020). *Kehittämistutkimus: hiilivetyjen kemia-aiheisen projektityön suunnittelu yläkouluun*. [kandidaatintyö, Tampereen yliopisto]. Trepo-julkaisuarkisto.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202003262894>

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4). <https://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>

Kupari, P., Sulkunen, S., Vettenranta J. & Nissinen, K. (2012). *Enemmän iloa oppimiseen. Neljännen luokan oppilaiden lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainväliset PIRLS- ja TIMSS-tutkimukset Suomessa*. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/40574/978-951-39-5011-8.pdf>

Kyrkkö, L. (2017). *Siirtyminen alakoulusta yläkouluun kemian opetuksen näkökulmasta*. [pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201710274081>

Laato, L. (2022). *Oppimateriaalit ja monilukutaito kemian oppimisen tukemisessa*. [pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202205052551>

Laurila, M. (2022). Osaamisperustaisuus ja linjakkuus opetuksen suunnittelussa. *Energiaa*. Vaasan ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022110764683>

Lehtinen, A., & Nissinen, K. (2018). Tutkimuksellisuus luonnontieteissä ja sen yhteys luonnontieteelliseen osaamiseen Suomessa. Teoksessa J. Rautopuro, & K. Juuti (toim.) *PISA pintaa syvemmältä: PISA 2015 Suomen pääraportti* (s. 175-194). Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia 77. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-5401-82-0>

Linnilä, M-L. (2006). *Kouluvalmiudesta koulun valmiuteen, poikkeuksellinen koulunaloitus koulumenestyksen, viranomaislausuntojen ja perheiden kokemusten valossa*. [väitöskirja, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-39-2667-2>

Luahambowo, B., & Daharnis, D., & Karneli, Y. (2019). Learning skills of junior high school. *International Journal of Applied Counseling and Social Sciences*, 1(1). https://www.academia.edu/attachments/99263259/download_file?st=MTY4NTE5Nzc2MSw4NS43Ni4xNjQuMjI3&s=swp-splash-paper-cover

Lynne Lane, K., Pierson, M. R. & Givner, C. C. (2003). Teacher expectations of student behavior: Which skills do elementary and secondary teachers deem necessary for success in the classroom? *Education and Treatment of Children*, 26(4), 413-430. <https://www.jstor.org/stable/42899770>

Markic, S., Broggy, J. & Childs, P. (2013). How to deal with linguistic issues in chemistry classes. Teoksessa I. Eilks & A. Hofstein (toim.) *Teaching chemistry – A studybook a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers* (s.127-152). Sense publishers, Rotterdam, Boston, Taipei.

Markic, S. & Childs, P. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 3. <https://doi.org/10.1039/C6RP90006B>

Moate, J. & Szabó T. P. (2018). Mapping a language aware educational landscape. *Kieli, koulutus ja yhteiskunta*, 9(3). <https://www.kieliverkosto.fi/fi/journals/kieli-koulutus-ja-yhteiskunta-toukokuu-2018/mapping-a-language-aware-educational-landscape>

Närhi, V. & Virta, M. (2016). Toiminnanohjauksen ongelmat ja ADHD. Duodecim. <https://www.kaypahoito.fi/nix00963>

Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/perusopetus/419550/tiedot>

Opetushallitus. (2021). Opettajien näkemyksiä ympäristöopin opettamisesta nivelvaiheesta. <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/opettajien-nakemyksia-ymparistoon-opettamisesta-ja-nivelvaiheesta>

Opetushallitus. (2023). Kielitietoisuuden kirjainmerkit. <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/kielitietoisuuden-kirjainmerkit>

Palosuo, H. (2016). Terveiden sosiaaliset määrittäjät, elämäntyyli ja huono-osaisuuden ongelma. Teoksessa M. Sihto & S. Karvonen (toim.) *Terveiden edistäminen ja eriarvoisuus – lähestymistapoja ja ratkaisuja* (s. 38-57). Helsinki.

Pangestuti, R. Agustiani, H., Cahyadi, S. & Kadiyono, A. (2022). Indonesian children's readiness for elementary school: a preliminary study to the holistic approach to school readiness. *Pedagogika*. Padjadjaran yliopisto, Indonesia. <http://eprints.iain-surakarta.ac.id/1057/1/TurnitinPedagogika.pdf>

Pernaa, J., Aksela, M. ja Lundell, J. (2009). Kemian opettajien käsityksiä molekyylihallinnuksen käytöstä opetuksessa. Teoksessa M. Aksela & J. Pernaa (toim.), *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluhin*. IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 2009. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/306386>

Public Health England. (2019). Initiatives to improve school readiness across the South East. <https://www.gov.uk/government/publications/improving-school-readiness-initiatives-across-the-south-east>

Pulkkinen, J., Tolvanen, A., & Rautopuro, J. (2018). Sosioekonominen tausta, motivaatio ja minäpystyvyys luonnontieteiden osaamisen selittäjinä tytöillä ja pojilla. Teoksessa J. Rautopuro, & K. Juuti (toim.) *PISA pintaa syvemältä: PISA 2015 Suomen pääraportti* (s. 19-37). Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia 77. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-5401-82-0>

Pärkö, K. (2015). Tuki ja oppimateriaalit yläkoululaisen kielellisten vaikeuksien yhteydessä. *Kielikukko 1–2*, 21-24. https://finrainfo.fi/wp-content/uploads/2020/02/Kielikukko_2015-1-2_netiversio.pdf

Rhodes, S. M., Booth, J. N., Palmer, L. E., Blythe, R. A., Delibegovic, M., & Wheate, N. J. (2016). Executive functions predict conceptual learning of science. *British Journal of Developmental Psychology*, 34(2), 261-275.

Rukajärvi-Saarela, M. & Aksela, M. (2009). Luokanopettajien käsityksiä ja kokemuksia tutkivasta kokeellisuudesta ja tarvittavista välineistä kemian opetuksessa. Teoksessa M. Aksela & J. Pernaa (toim.), *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluhin*. IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 2009. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/306386>

Salta, K. & Koulougliotis D. (2012). Students' motivation to learn chemistry: the Greek case. *New Perspective in Science Education*. Pixel. 1.painos. https://www.researchgate.net/publication/275154992_Students%27_Motivation_to_Learn_Chemistry_The_Greek_Case

Savolainen, M. (2023). "Yksilöllistä ohjausta ja yhteisöllistä toimintaa": Opiskeluvalmiuksia tukevat (OPVA)- opinnot ammatillisessa koulutuksessa. [pro gradu - tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202304202580>

Sirhan, G. (2006) Learning difficulties in chemistry: An overview. *Turkish Science Education*, 4(2). <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/664/569>

Soininen, M. & Merisuo-Storm, T. (2015). Koti lapsen lukemista tukemassa. *Kielikukko 1–2*. https://finrainfo.fi/wp-content/uploads/2020/02/Kielikukko_2015-1-2_netiversio.pdf

Söderberg, K. (2020). *Kemian opetuksen haasteet vaativan erityisen tuen luokissa*. [pro gradu - tutkielma, Helsingin yliopisto]. HELDA-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202012094880>

Taalas, P., Tarnanen, M. & Huhta, A. (2007). Oppilaat ja opettajat kielten ja tekstien käyttäjinä koulussa ja vapaa-ajalla – kartoitustutkimuksen suunnittelua ja toteutus. Teoksessa O.-P. Salo, T. Nikula, & P. Kalaja (toim.), *Kieli oppimisessa – Language in learning* (s.75-91). Jyväskylä.

Taber, K. S. (2009). Learning at the symbolic level. Teoksessa J. K. Gilbert & D. Treagust (toim), *Multiple representations in chemical education, Models and modeling in science education* (s. 75-105). Springer Science+Business Media B. V. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_5

Taber, K. S. (2013). 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*, 14(2), 156-168. https://www.academia.edu/99192934/Revisiting_the_chemistry_triplet_drawing_upon_the_nature_of_chemical_knowledge_and_the_psychology_of_learning_to_inform_chemistry_education

Turan, M. B. & Kenan, K. (2018). The Impact of self-directed learning readiness on critical thinking and self-efficacy among the students of the school of physical education and sports. *International Journal of Higher Education*, 7(6). <https://doi.org/10.5430/ijhe.v7n6p98>

Turpeenoja, L. (2008). Lukion kaikille yhteinen kemian kurssi: miksi, miten, mitä? Kuopion Lyseon lukio. Teoksessa M. Aksela & M. Montonen (toim.), *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*. Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 2007 Helsinki osa II toisen asteen koulutus: Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen toisen asteen koulutuksessa. Helsinki.

Vartiainen, J. (2022). Kahvi voi tappaa! - Monilukutaito luonnontieteiden opiskelussa. *Työyhteisöpolkuja uusiin lukutaitoihin. Kansallinen audiovisuaalinen instituutti*. 58- 60. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/351012/Tyo_yhteiso_polkuja_uusiin_lukutaitoihin.pdf?sequence=1

Vehmanen, M. (2020). *Opettajien näkökulma oppilaiden matematiikan osaamisesta nivelvaiheessa ala-yläkoulu*. [pro gradu - tutkielma, Helsingin yliopisto]. HELDA-julkaisuarkisto. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/314000/Vehmanen_Maija_Pro_gradu_2020.pdf?sequence=3

Vettenranta, J., Hiltunen, J., Kotila, J., Lehtola, P., Nissinen, K., Puhakka, E., Pulkkinen J. & ja Ström, A. (2020). Tulevaisuuden avaintaidot puntarissa: Kahdeksannen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMSS 2019-tutkimus Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylä. https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/73019/8-TIMSS-2019%20JULKAISU_eidt.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Vitikka, E. & Hurmerinta, E. (2011). Kansainväliset opetussuunnitelmasuuntaukset. Raportit ja selvitykset 2011:4. Opetushallitus. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/vitikka-e.-ja-hurmerinta-e.-kansainvaliset-opetussuunnitelmasuuntaukset.-2011.pdf>

Vuorinen, K. (2017). Itsesäätelykyky. Luonteenvahvuudet. Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/Inv00003>

Wade, M., Prime, H., Browne, D. & Jenkins, JM. (2013). A Multilevel approach to the examination of cognitive skills in school readiness. Teoksessa M. Boivin & K.L. Bierman (toim.), *Promoting school readiness and early learning: Implications of developmental research for practice*. https://www.researchgate.net/publication/322870429_A_Multilevel_Approach_to_the_Examination_of_Cognitive_Skills_in_School_Readiness

Woolfolk, A. (2021). *Educational psychology*. University of Ohio. 14. painos. Pearson. <https://bookshelf.vitalsource.com/reader/books/9781292331584/pageid/2>

Yrjölä, E. (2021). *Ajattelun taidot, oppimaan oppiminen ja näiden tukeminen alakoulun englannin kielen opetuksessa*. [pro gradu - tutkielma, Itä-Suomen yliopisto]. EREPO-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:uef-20210700>

Liitteet

LIITE 1 (1/3)

Kyselylomake yläkoulun kemian opettajat

Hei yläkoulun kemian opettaja!

Olen kemian aineenopettajaopiskelija Jyväskylän yliopistosta ja teen Pro gradu -tutkielmaa, jossa tutkin seitsemäsluokkalaisten kemian oppimisvalmiuksia. Työn tarkoituksena on selvittää, miten seitsemäsluokkalaisten saivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun. Tutkimuksessani järjestän kyselyn yläkoulun kemian opettajien lisäksi alakoulun opettajille sekä kuudennen ja kahdeksannen luokan oppilaille.

Tässä kyselyssä kartoitetaan kymmenen seitsemännen luokan kemiaa opettaneiden opettajien näkemystä siitä, mitä valmiuksia seitsemännellä luokalla tarvitaan kemian opiskeluun. Tavoitteena on selvittää, miten opetusta voitaisiin tulevaisuudessa kehittää niin, että jo alakoulussa voitaisiin tukea mahdollisimman hyvin oppilaiden taitojen karttumista kemian opiskelun aloitusta varten.

Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista. Kysely on anonymi: ketään ei voi tunnistaa vastauksista eikä lopullisesta työstä. Tutkimuksessani ei myöskään mainita koulua, jossa tämä kysely on tehty. Kyselyn vastauslomakkeita käytetään vain tämän tutkimuksen tekoon ja ne hävitetään asianmukaisesti tutkimuksen valmistuttua. Kyselyyn vastaaminen vie noin 15 minuuttia.

Jos sinulle tulee jotain kysyttävää tutkimuksestani, minuun tai ohjaajaani voi ottaa yhteyttä.

Jatta Pekkarinen

pekkja@jyu.fi

Tutkielman ohjaaja:

Jouni Väliisaari (yliopistonopettaja, Jyväskylän yliopisto)

jouni.k.valisaari@jyu.fi

Kyselylomake yläkoulun kemian opettajat

1. Monivalintakysymykset

Mitä taitoja 7. luokkalaiset tarvitsevat kemian oppimiseen? Arvioi oppilaiden keskimääräistä osaamista.							
	erittäin haastavaa	haastavaa	osataan kohtalaisesti	osataan hyvin	osataan erinomaisesti		ei ole keskeistä kemian oppimisessa
lukutaito							
osaa lukea kemian kirjan kappaleen itsenäisesti	1	2	3	4	5	6	
löytää kappaleesta tärkeät asiat	1	2	3	4	5	6	
ymmärtää lukemansa	1	2	3	4	5	6	
käyttää lukustrategiaa	1	2	3	4	5	6	
pohtii tekstin luotettavuutta	1	2	3	4	5	6	
käsitteiden oppiminen							
ymmärtää uudet kemian sanat tai käsitteet	1	2	3	4	5	6	
muistaa uudet sanat tai käsitteet	1	2	3	4	5	6	
selvittää mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat	1	2	3	4	5	6	
käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen	1	2	3	4	5	6	
tutkimuksen tekemisen taidot							
osaa suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia	1	2	3	4	5	6	
osaa muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	1	2	3	4	5	6	
osaa käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia	1	2	3	4	5	6	
pohtii tulosten luotettavuutta	1	2	3	4	5	6	
monilukutaito							
osaa tulkita kuvia kemiassa	1	2	3	4	5	6	
osaa tulkita kuvaajia ja taulukoita	1	2	3	4	5	6	
osaa käyttää kemian merkkejä ja symboleja	1	2	3	4	5	6	
abstrakti ajattelu ja mallintaminen							
ymmärtää kemian abstrakteja asioita	1	2	3	4	5	6	
ymmärtää mallien tarkoituksen	1	2	3	4	5	6	
osaa käyttää malleja kuvaamaan asioita	1	2	3	4	5	6	
hahmottaa kolmiulotteisia kuvioita	1	2	3	4	5	6	
toiminnan ohjaus							
noudattaa ohjeita kemian tunnilla	1	2	3	4	5	6	
ymmärtää kirjallisia ohjeita	1	2	3	4	5	6	
ymmärtää suullisia ohjeita	1	2	3	4	5	6	
pystyy opiskelemaan itsenäisesti esim poissaollessa	1	2	3	4	5	6	
suuntaa tekemisen aiheeseen	1	2	3	4	5	6	
kysyy opettajalta, jos ei ymmärrä	1	2	3	4	5	6	
motivaatio							
haluaa ymmärtää kemian ilmiöitä	1	2	3	4	5	6	
on motivoitunut kemian opiskeluun	1	2	3	4	5	6	

Kyselylomake yläkoulun kemian opettajat

2. Mitä odotat kemiaa aloittavien 7. -luokkalaisten osaavan?
3. Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelun aloitusta ajatellen?
4. Missä asioissa esiintyy eniten ongelmia 7. -luokkalaisilla kemian opiskelussa?
5. Mistä 7. -luokkalaisten kemian oppimishaasteet mielestäsi johtuvat?
6. Mitä alakoulussa ja erityisesti ympäristöopin opetuksessa pitäisi mielestäsi painottaa, jotta kemian aloitus ja oppiminen olisi 7. luokalla sujuvampaa?
7. Kuinka motivoituneita oppilaat ovat 7. luokalla kemian opiskeluun? Miten motivoit oppilaita?
8. Kemian aloituksessa tulee runsaasti uusia oppilaille vieraita sanoja ja käsitteitä. Miten huomioit näiden oppimisen opetuksessasi?
9. Millaisia haasteita kemian kielen oppimiseen liittyy? Miten kemian kielen oppimista voidaan mielestäsi tukea?
10. Vapaa sana. Mitä muuta haluat kertoa kemian opiskelun aloituksesta 7. luokalla?

Kyselylomake alakoulun opettajat

Hei alakoulun opettaja!

Olen kemian aineenopettajaopiskelija Jyväskylän yliopistosta ja teen Pro gradu -tutkielmaa, jossa tutkin seitsemäsluokkalaisten kemian oppimisvalmiuksia. Työn tarkoituksena on selvittää, miten seitsemäsluokkalaisten saivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun. Tutkimuksessani järjestän kyselyn alakoulun opettajien lisäksi yläkoulun kemian opettajille sekä kuudennen ja kahdeksannen luokan oppilaille.

Tässä kyselyssä kartoitetaan kymmenen alakoulun opettajien näkemystä siitä, mitä valmiuksia alakoulun jälkeen oppilaalla on kemian opiskeluun, erityisesti kemian kielen oppimiseen. Tavoitteena on selvittää, miten opetusta voitaisiin tulevaisuudessa kehittää niin, että jo alakoulussa voitaisiin tukea mahdollisimman hyvin oppilaiden taitojen karttumista kemian opiskelun aloitusta varten.

Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista. Kysely on anonyymi: ketään ei voi tunnistaa vastauksista eikä lopullisesta työstä. Tutkimuksessani ei myöskään mainita koulua, jossa tämä kysely on tehty. Kyselyn vastauslomakkeita käytetään vain tämän tutkimuksen tekoon ja ne hävitetään asianmukaisesti tutkimuksen valmistuttua. Kyselyyn vastaaminen vie noin 15 minuuttia.

Jos sinulle tulee jotain kysyttävää tutkimuksestani, minuun tai ohjaajaani voi ottaa yhteyttä.

Jatta Pekkarinen

jatta.a.pekkariinen@student.jyu.fi

jatta.pekkariinen@gmail.com

Tutkielman ohjaaja:

Jouni Välisaari (yliopistonopettaja, Jyväskylän yliopisto)

jouni.k.valisaari@jyu.fi

Kyselylomake alakoulun opettajat

1. Monivalintakysymykset

Alakoulun ympäristöoppi toimii pohjana yläkoulun kemian opiskelulle.						
Millaiset ovat mielestäsi 6. luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet, joilla hän lähtee kemiaa opiskelemaan?						
	erittäin haastavaa	haastavaa	osataan kohtalaisesti	osataan hyvin	osataan erinomaisesti	ei ole keskeistä kemian oppimisessa
lukutaito						
osaa lukea kemian kirjan kappaleen itsenäisesti	1	2	3	4	5	6
löytää kappaleesta tärkeät asiat	1	2	3	4	5	6
ymmärtää lukemansa	1	2	3	4	5	6
käyttää lukustrategiaa	1	2	3	4	5	6
pohtii tekstin luotettavuutta	1	2	3	4	5	6
käsitteiden oppiminen						
ymmärtää uudet kemian sanat tai käsitteet	1	2	3	4	5	6
muistaa uudet sanat tai käsitteet	1	2	3	4	5	6
selvittää mitä uudet sanat tai käsitteet tarkoittavat	1	2	3	4	5	6
käyttää oppimisstrategiaa sanojen oppimiseen	1	2	3	4	5	6
utkimuksen tekemisen taidot						
osaa suunnitella ja toteuttaa tutkimuksia	1	2	3	4	5	6
osaa muodostaa kysymyksiä tutkittavasta aiheesta	1	2	3	4	5	6
osaa käsitellä ja esittää tutkimuksen tuloksia	1	2	3	4	5	6
pohtii tulosten luotettavuutta	1	2	3	4	5	6
monilukutaito						
osaa tulkita kuvia kemiassa	1	2	3	4	5	6
osaa tulkita kuvaajia ja taulukoita	1	2	3	4	5	6
osaa käyttää kemian merkkejä ja symboleja	1	2	3	4	5	6
abstrakti ajattelu ja mallintaminen						
ymmärtää kemian abstrakteja asioita	1	2	3	4	5	6
ymmärtää mallien tarkoituksen	1	2	3	4	5	6
osaa käyttää malleja kuvaamaan asioita	1	2	3	4	5	6
hahmottaa kolmiulotteisia kuvioita	1	2	3	4	5	6
toiminnan ohjaus						
noudattaa ohjeita kemian tunnilla	1	2	3	4	5	6
ymmärtää kirjallisia ohjeita	1	2	3	4	5	6
ymmärtää suullisia ohjeita	1	2	3	4	5	6
pystyy opiskelemaan itsenäisesti esim poissaollessa	1	2	3	4	5	6
suuntaa tekemisen aiheeseen	1	2	3	4	5	6
kysyy opettajalta, jos ei ymmärrä	1	2	3	4	5	6

Kyselylomake alakoulun opettajat

2. Onko jokin edellä mainituista taidoista (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) sellainen, jota ei alakoulun aikana harjoitella lainkaan?
3. Minkä edellä mainitun taidon (lukutaito, käsitteiden oppiminen, tutkimuksen tekemisen taidot, monilukutaito, abstrakti ajattelu ja mallintaminen, toiminnanohjaus) opettamisen koet haastavana? Miksi?
4. Mitkä taidot koet erityisen tärkeiksi kemian opiskelua ajatellen?
5. Minkä taitojen oppimista painotat erityisesti omassa ympäristöopin opetuksessasi tai laajemmin luokanopetuksessasi?
6. Millaiset ovat 6. -luokkalaisten kielelliset oppimisvalmiudet, joilla hän aloittaa kemian kielen opiskelun? Miten uskot oppilaittesi selviävän?
7. Millä tavoin harjoitutat kemian kielen (runsaasti käsitteitä, symboleja, merkkejä, abstraktius) oppimisen taitoja alakoulun oppiaineissa?
8. Miten alakoulun ympäristöopin opetus tukee mielestäsi kemian oppimista yläkoulussa?
9. Miten kemian oppimisen haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä jo alakoulussa?
10. Vapaa sana. Mitä haluat kertoa liittyen ympäristöopin oppimiseen ja kemian opiskelun aloittamiseen nivelvaiheessa kuudennelta seitsemännelle luokalle siirryttäessä?

Kyselylomake 8. luokan oppilaat

Hei kahdeksaluokkalainen ja huoltajat!

Olen kemian aineenopettajaopiskelija Jyväskylän yliopistosta ja teen Pro gradu -tutkielmaa, jossa tutkin seitsemäsluokkalaisten kemian oppimisvalmiuksia. Työn tarkoituksena on selvittää, miten seitsemäsluokkalaisten saivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun.

Tässä kyselyssä kartoitetaan teidän kahdeksaluokkalaisten ajatuksia siitä, miten ensimmäinen kemian opiskeluvuotenne sujui. Tavoitteena on selvittää, miten opetusta voitaisiin tulevaisuudessa kehittää niin, että jo alakoulussa voitaisiin tukea mahdollisimman hyvin oppilaiden taitojen karttumista kemian opiskelun aloitusta varten.

Minua kiinnostaa juuri sinun kokemuksesi kemian opiskelusta seitsemännellä luokalla. Kerro siis rohkeasti oma näkemyksesi. Kyselyyn ei tarvitse laittaa omaa nimeä, eli se on anonyymi: ketään ei voi tunnistaa vastauksista eikä lopullisesta työstä. Tutkimuksessani ei myöskään mainita koulua, jossa tämä kysely on tehty. Kyselyn vastauslomakkeita käytetään vain tämän tutkimuksen tekoon ja ne hävitetään asianmukaisesti tutkimuksen valmistuttua. Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista ja vie noin 15 minuuttia.

Jos sinulle tulee jotain kysyttävää tutkimuksestani, minuun tai ohjaajaani voi ottaa yhteyttä.

Jatta Pekkarinen

jatta.a.pekkariinen@student.jyu.fi

jatta.pekkariinen@gmail.com

Tutkielman ohjaaja:

Jouni Väliisaari (yliopistonopettaja, Jyväskylän yliopisto)

jouni.k.valisaari@jyu.fi

3. Kerro omin sanoin mistä taidostasi oli erityisesti hyötyä kemian opiskelussa 7.luokalla:

4. Missä asioissa kohtasit ongelmia kemian opiskelussa?

5. Muistele ajatuksiasi 6.luokan keväällä. Kohtasivatko odotuksesi kemian opiskelua kohtaan siihen, millaista opiskelu seitsemännellä luokalla kemiassa oli?

6. Mitä asioita sinun olisi pitänyt harjoitella ennen kemian opiskelun aloitusta, jotta kemian oppiminen olisi ollut helpompaa?

7. Kemian aloituksessa tulee paljon uusia sanoja ja käsitteitä, mm. välineiden ja aineiden nimet. Kuinka näiden uusien sanojen oppiminen sujui?

8. Vapaa sana: Mitä muuta haluat kertoa kemian opiskeluun liittyen?

Hei kuudesluokkalainen ja huoltajat!

Olen kemian aineenopettajaopiskelija Jyväskylän yliopistosta ja teen Pro gradu -tutkielmaa, jossa tutkin seitsemäsluokkalaisten kemian oppimisvalmiuksia. Työn tarkoituksena on selvittää, miten seitsemäsluokkalaisten saivat kemian opiskeluun mahdollisimman hyvän alun.

Tässä kyselyssä kartoitetaan teidän kuudesluokkalaisten ajatuksia siitä, millaisia valmiuksia olette alakoulussa saaneet kemian opiskeluun. Alakoulussa luonnontieteiden opiskelu tapahtuu ympäristöopin tunneilla, ja yläkoululle siirryttäessä oppiaineet jakautuvat erilleen biologiaan, maantietoon, terveystietoon, fysiikkaan ja kemiaan. Tavoitteena on selvittää, miten opetusta voitaisiin tulevaisuudessa kehittää niin, että se tukisi mahdollisimman hyvin oppilaiden taitojen karttumissa ja siirtymistä alakoulusta yläkouluun.

Minua kiinnostaa juuri sinun ajatuksesi tulevasta kemian opiskelusta yläkoulussa. Kerro siis rohkeasti oma näkemyksesi. Kyselyyn ei tarvitse laittaa omaa nimeä, eli se on anonyymi: ketään ei voi tunnistaa vastauksista eikä lopullisesta työstä. Tutkimuksessani ei myöskään mainita koulua, jossa tämä kysely on tehty. Kyselyn vastauslomakkeita käytetään vain tämän tutkimuksen tekoon ja ne hävitetään asianmukaisesti tutkimuksen valmistuttua. Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista ja vie noin 15 minuuttia.

Jos sinulle tulee jotain kysyttävää tutkimuksestani, minuun tai ohjaajaani voi ottaa yhteyttä.

Jatta Pekkarinen

jatta.a.pekkarinen@student.jyu.fi

jatta.pekkarinen@gmail.com

Tutkielman ohjaaja:

Jouni Väliisaari (yliopistonopettaja, Jyväskylän yliopisto)

jouni.k.valisaari@jyu.fi

3. Kerro omin sanoin mistä taidostasi luulet olevan erityisesti hyötyä kemian opiskelussa 7.luokalla:

4. Mitä odotat eniten tulevalta kemian opiskelulta?

5. Mitkä asiat tuntuvat vaikeilta kemian opiskeluun liittyen?

6. Miten alakoulun ympäristöopin opetus auttaa sinua kemian opiskelussa?

7. Vapaa sana: Mitä muuta haluat kertoa siirtyessäsi alakoulusta yläkouluun ja kun ympäristöoppi vaihtuu toisiin aineisiin, muun muassa kemiaan?
