

**Näkövammainen oppilas kemian opetuksessa suomalaisessa peruskoulussa
ja lukiossa**

Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

17.3.2021

Tuomo Poikela

Tiivistelmä

Kirjallisuusosassa tutkittiin näkövammaisten asemaa yhteiskunnassa sekä sellaisia yhteiskuntaan integroitumisen haasteita, joita he usein joutuvat kohtaamaan. Näkövammaisten asemaa ja oikeuksia koulussa tarkasteltiin sekä kerrottujen kokemusten kautta että Suomen lain näkökulmasta. Lisäksi käsiteltiin yleisesti kemian kokeellista työskentelyä koulussa sekä keinoja integroida näkövammaiset oppilaat kemian opetukseen erityisesti opetuksen kokeellisessa osuudessa.

Näkövammaisilla on keskimäärin Suomessa alhaisempi koulutustaso, korkeampi työttömyystaso ja he ovat harvemmin perheessä puolison tai vanhemman asemassa, kuin näkevät. Paremmalla koulutuksella tähän voidaan vaikuttaa ainakin osittain ja Suomen laki määrääkin opetuksen järjestäjää tekemään mukautuksia, joiden avulla kaikki voivat osallistua opetukseen. Kemia oppiaineena nojaa vahvasti visuaalisuuteen, jonka vuoksi tarvitaan välineitä ja toimintatapoja, joiden avulla näkövammaisen voi osallistua kemian opetukseen. Tietotekniikan sovellutukset mahdollistavat datan ja informaation tutkimisen ja käsittelyn. Myös älylaitteiden kameroita voidaan käyttää hyödyksi joissakin töissä. Saatavilla on myös muita aisteja hyödyntäviä välineitä ja tapoja, joista jotkin sopivat sellaisenaan käytettäväksi kaikille oppilaille.

Tutkimusosiossa toteutettiin kyselytutkimus näkövammaisia oppilaita opettaneille kemian opettajille. Kyselyssä kerättiin opettajien kokemuksia oppimateriaaleista, saadusta tuesta ja oppilaan osallisuudesta erityisesti opetuksen kokeellisessa osassa. Kirjallisuusosan ja kyselytutkimuksen pohjalta luotiin pikaopas opettajien käyttöön. Oppaassa käsitellään hyviä käytänteitä näkövammaisten opettamiseen liittyen, sekä sellaisia saatavilla olevia välineitä, joista voi olla hyötyä näkövammaisten kemian opetuksessa.

Monet vastanneet opettajat kertoivat merkittävistä haasteista oppimateriaalien hankinnassa sekä näkövammaisen oppilaan osallistamisessa kokeellisessa kemian opetuksessa. Lähes kaikki opettajien esiin nostamat haasteet ovat esiintyneet myös tutkitussa kirjallisuudessa. Erityisesti opettajat toivoivat lisää koulutusta ja resursseja omaa sekä avustajan toimintaa varten, mutta myös näkövammaisille soveltuvia välineitä ja oppilastöitä kemian opetukseen. Kyselyn perusteella voidaan sanoa, että tutkimuksen tulosten pohjalta luotu opettajan pikaopas on hyödyllinen sellaisiin tilanteisiin, joissa kemian opettaja kohtaa näkövammaisen oppilaan ensimmäistä kertaa omalla työurallaan.

Esipuhe

Tämän tutkimuksen tekemiseen johtava prosessi alkoi vuosina 2012-2013, kun suoritin siviilipalvelustani Jyväskylän näkövammaisten koululla. Aloitettuani opinnot Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen aineenopettajan opintosuunnassa, alkoivat kemian opettaminen ja kiinnostus näkövammaa kohtaan yhdistyä mielessäni. Halusin parantaa näkövammaisten asemaa niillä välineillä ja resursseilla, mitä minulla oli käytettävissäni. Vuonna 2018 tein kandidaatin tutkielmani kemian mallien käsittelystä näkövammaisen oppilaan opetuksessa ja päätin Pro gradu -tutkielmassani jatkaa aiheen tutkimista. Tämän työn pääasiallinen näkökulma on kemian opetuksen kokeellisessa osuudessa, mutta myös muita opetuksen osia käsitellään.

Kirjallisuuden haku tutkimusta varten alkoi syksyllä 2019 pääasiassa Google Scholarin hakukonetta käyttämällä. Myös kandidaatin tutkielmaa varten oli etsitty jo kirjallisuutta, jota pystyi tutkimuksessa käyttämään. Oma kokemukseni näkövammaisten kanssa toimimisesta sekä aiemmin kertynyt tietämys alan toimijoista myös helpotti tiedon hankintaa, vaikka tieteellisiä julkaisuita olikin suhteellisen vähän saatavilla ja monesta niistä olivat vastuussa samat henkilöt. Tutkimukseen liittyen tehtiin kyselytutkimus loppuvuodesta 2020.

Työni ohjaajana toimi Jouni Välisaari, jota haluan kiittää saamastani ohjauksesta ja kannustuksesta, joka puski minua eteenpäin. Haluan myös kiittää vaimoani Minnaa kärsivällisyydestä sekä tuesta, jota olen tutkimusta tehdessä tarvinnut. Lisäksi kiitokset kuuluvat ystäväilleni, perheelleni, Onervan henkilökunnalle sekä kyselyyn vastanneille opettajille ja muille toimijoille, joiden kanssa olen aiheeseen liittyen keskustellut.

Tampereella 23.2.2021

Tuomo Poikela

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	i
Esipuhe.....	ii
Sisällysluettelo	iii
1 Johdanto	1
2 Näkövamma	1
2.1 Näkövamman määritelmä.....	1
2.2 Näkövamman aiheuttajat	5
2.3 Näkövammaiset lapset ja nuoret Suomessa.....	6
2.4 Näkövamman vaikutus sosiaaliseen asemaan	6
2.5 Näkövamman vaikutus koulutustasoon.....	8
2.6 Näkövamman vaikutus työllistymiseen ja integroitumiseen yhteiskuntaan.....	8
2.7 Näkövammaisten työllistymisen haasteet.....	11
3. Näkövammaisen oppilas	13
3.1 Näkövammaisen oppilaan oikeudet.....	13
3.2 Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri.....	15
3.3 Näkövammaiset lapset ja nuoret koulussa.....	16
3.4 Näkövammaisten oppilaiden inkluusio	17
3.5 Näkövammaisen oppilaan apuvälineet	18
3.6 Näkövamman vaikutus jatko-opintoihin	21
4 Kokeellinen työskentely kemian opetuksessa	22
4.1 Erilaiset työtavat.....	23
4.1.1 Demonstraatio	23
4.1.2 Suljettu oppilastyö	23
4.1.3 Avoin oppilastyö.....	24
4.2 Kemiällisen tiedon kolme tasoa opetuksessa.....	25
4.3 Kokeellisuuden vaikutus oppilaiden motivaatioon.....	26
4.4 Yhteistyötaidot kokeellisessa opetuksessa	27
4.5 Tutkimustaidot kokeellisessa opetuksessa.....	27
5 Näkövammaisen oppilas kemian opetuksessa	29
5.1 Opettajan toiminta näkövammaisen oppilaan kemian opetuksessa.....	29
5.2 Työturvallisuus	30
5.3 Tietotekniset apuvälineet.....	32
5.3.1 JAWS-ruudunlukuohjelmisto ja LoggerPro-ohjelmisto	32
5.3.2 NavMol-ohjelmisto	34
5.3.3 Titration ColorCam-ohjelmisto.....	38

5.4 Muita aisteja stimuloivat välineet.....	40
5.4.1 Värisevä lämpömittari.....	41
5.4.2 SALS eli auditiivinen valoanturi	42
5.4.3 Olfaktoriset happo-emäs-indikaattorit	42
5.5 Muita välineitä näkövammaisten kemian opetukseen	46
6 Tutkimuskysymykset	49
7 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineisto.....	49
8 Tulokset ja tulosten analyysi	50
8.1 Taustatiedot	50
8.2 Oppimateriaali	50
8.3 Opettajan saama tuki ja opettaja toimijana.....	53
8.4 Näkövammaisen oppilas kemian tunnilla	57
9 Yhteenveto	61
9.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	63
9.2 Jatkotutkimusideoita.....	63
9.3 Pohdinta.....	64
10 Kirjallisuusluettelo	65
Liitteet	

1 Johdanto

Suomessa on useita satoja näkövammaisia nuoria, jotka käyvät koulua muiden oppilaiden tapaan omassa lähikoulussaan. Suomen laki velvoittaa koulutuksen järjestäjiä mahdollistamaan näille oppilaille tasa-arvoista opetusta ja tämän mahdollistamiseksi tekemään mukautuksia toimintaansa. Näkövammaiset ovat paitsi kykeneviä opiskelemaan luonnontieteitä, myös usein kehittyneitä ongelmanratkaisutilanteissa ja siten heidät tulisi nähdä myös potentiaalisina LUMAT-alojen, eli luonnontieteiden, matematiikan ja teknologian, ammattilaisina. Tästä syystä on tärkeää, että he saavat osallistua opetukseen täydessä mitassaan, jolloin kemian opetuksessa heidän täytyy saada osallistua myös kokeelliseen opetukseen. Jotta tämä voi toteutua, tarvitaan paitsi opettajien ja koulujen henkilökunnan tietoisuutta ja osaamista, myös välineitä, joiden avulla näkövammaisen oppilas voi opetukseen osallistua. Tässä tutkimuksessa on pyritty kokoamaan mahdollisimman laajasti erilaisia saatavilla olevia välineitä ja keinoja, joilla näkövammaisten kemian opiskelua helpotetaan ja siten välittämään tietoa näkövammaisten oppilaiden kanssa työskenteleville kemian opettajille. Tutkimus on tehty myös kehittämistutkimuksena, jossa tavoitteena on ollut tuottaa ensiapuopas kemian opettajien käyttöön sellaisia tilanteita varten, joissa opettaja joutuu opettamaan näkövammaista oppilasta. Aiheeseen liittyvää tutkimusta on tehty niukasti ja suurin yksittäinen toimija on ollut Yhdysvalloissa toiminut ILAB-projekti sekä myöhemmin vastaavaa kehitystyötä jatkanut Independence Science.

Tutkimus on tehty Pro gradu -tutkimuksena Jyväskylän yliopistossa osana kemian aineenopettajan opintoja vuosien 2019–2021 aikana.

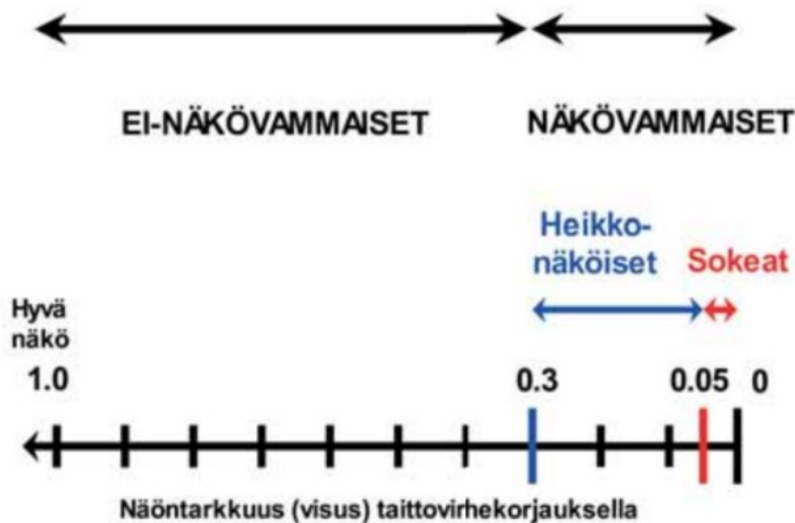
2 Näkövamma

2.1 Näkövamman määritelmä

Näkövamma voidaan määritellä useilla erilaisilla mittareilla. Maailman terveysjärjestö (WHO) käyttää määrittelyssään silmän näöntarkkuutta, eli visusta, kun taas jotkut järjestöt määrittelevät näkövammaisuuden vamman aiheuttaman haitan mukaan. WHO:n määritelmässä tutkitaan paremmin näkevän silmän näöntarkkuutta taittovirheen ja hajataiton korjauksen jälkeen. Suurin osa silmälaseja päivittäin käyttävistä ei siis ole näkövammaisia, koska heidän näöntarkkuutensa on silmälasien tai piilolinssien kanssa parempi kuin näkövamman määritelmän vaatima näöntarkkuus. Näöntarkkuudella mitattuna WHO luokittelee näkövammaiseksi ihmisen, jonka paremman silmän näöntarkkuus, eli visus, on alle 0,3. Lisäksi näkövammaiset on jaoteltu

sokeisiin sekä heikkonäköisiin, jolloin sokean ihmisen näöntarkkuus on alle 0,05 kun heikkonäköisen ihmisen näöntarkkuus on välillä 0,05–0,3. Visus-arvo on siis suure, jolla mitataan silmän kykyä erottaa lähekkäin olevat pisteet toisistaan.^{1,2}

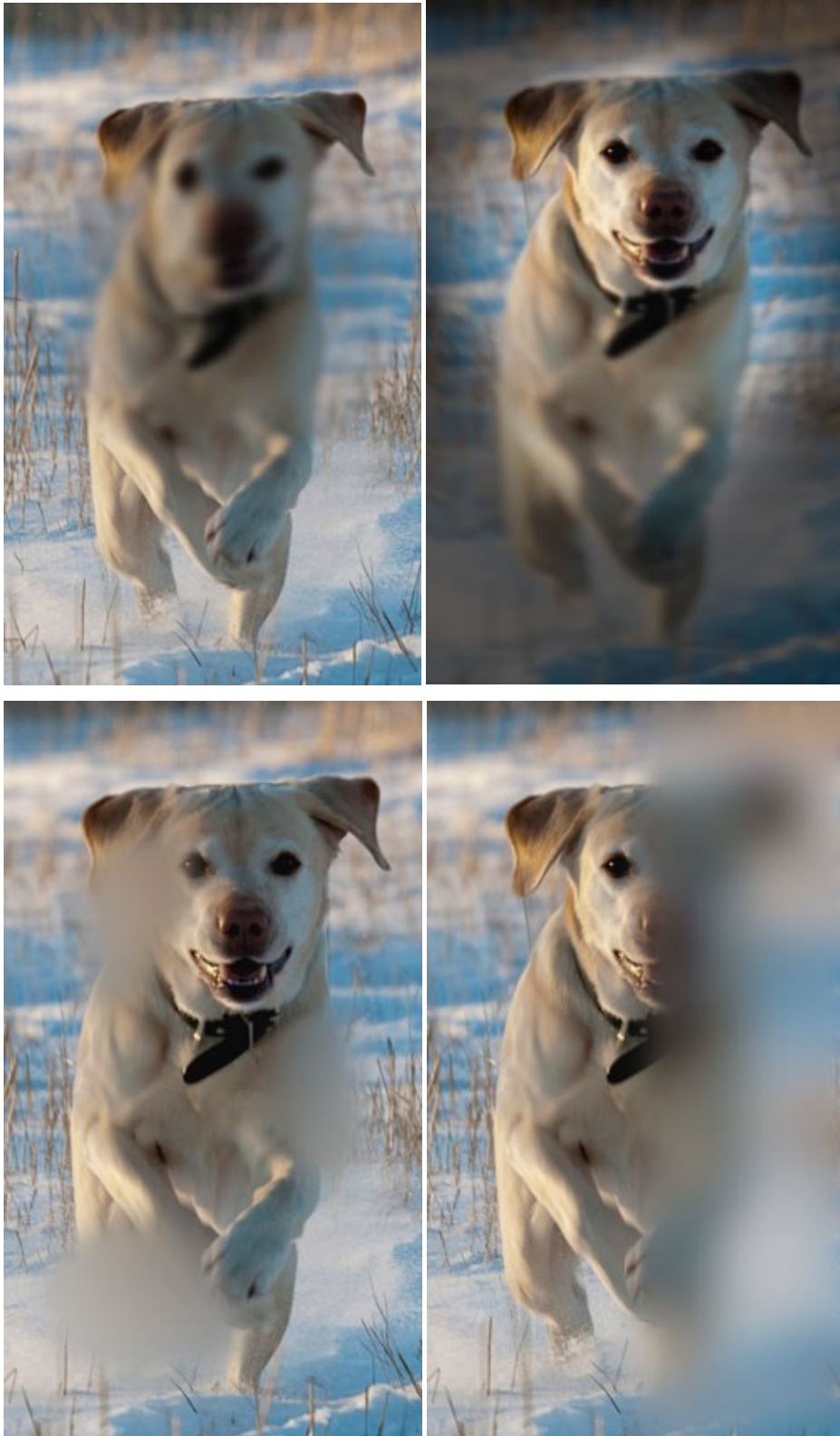
Sokeat ja heikkonäköiset on luokiteltu vammaluokittelulla heikkonäköisiin, vaikeasti heikkonäköisiin, syvästi heikkonäköisiin, lähes sokeisiin ja sokeisiin. Näihin alajakoihin luokitellessa otetaan huomioon myös näkökentän laajuus. Heikkonäköisen näöntarkkuus on välillä 0,3–0,1 ja vaikeasti heikkonäköisen 0,1–0,05. Nämä vammaluokat 1 ja 2 luetaan heikkonäköisiksi. Sokeina pidetään vammaluokkiin 3, 4 ja 5 kuuluvia. Syvästi heikkonäköisen ihmisen silmän visus on välillä 0,05–0,01 tai hänen näkökenttensä halkaisija on alle 20 astetta. Lähes sokean näöntarkkuus on alle 0,01 tai näkökentän halkaisija alle 10 astetta. Täysin sokean ihmisen näöntarkkuus on 0, mikä tarkoittaa, ettei tämä pysty aistimaan valoa tai hahmoja. Näkövamman määritelmän visus-arvoja on havainnollistettu kuvassa 1.¹



Kuva 1: Näkövammaisuuden luokittelu paremman silmän taittokorjatun näöntarkkuuden avulla. Luokittelu vastaa Maailman terveysjärjestön WHO:n määritelmää näkövammaisuudesta.¹

On huomattava, että myös pelkkä näkökentän pienuus voi riittää näkövamman diagnoosiin, vaikka näöntarkkuus olisikin suurempi kuin WHO:n ilmoittamat viitearvot. Myös näkökentän kapeuteen liittyviä vammoja on erilaisia, jotka voidaan pääpiirteittäin luokitella neljään erilaiseen tyyppiin. Niin kutsutussa putkinäössä on näkökenttä rajautunut reunoiltaan ja kentän keskellä on näkevä alue. Tällainen henkilö saattaa esimerkiksi pystyä lukemaan ongelmitta, mutta liikkuminen voi aiheuttaa haasteita. Vastaavasti reunanäössä näkökentän keskiosa on hämärtynyt, mutta reunat ovat näkeviä, jolloin liikkuminen usein onnistuu, mutta tarkkaa näkö

vaativat tehtävät tuottavat haasteita. Kolmas variaatio on repaleinen näkökenttä, jolloin näkökentässä on sekaisin osia, jotka ovat hämärtyneet. Neljäs näkökentän vamma tyyppi on toispuoleinen näkökenttä, jossa näkökentän toinen puoli on hämärtynyt. Erilaisia näkökentän puutteita on havainnollistettu kuvassa 2, mutta on huomioitavaa, ettei toisen ihmisen aistimuksia pystytä aukottomasti demonstroimaan, eivätkä esiteltyt esimerkit ole ainoita mahdollisia näkökentän puutoksia. Yleisesti voidaan sanoa, että täysin sokeita paremmin näkevillä on lähes yhtä paljon erilaisia näkövammoja, kuin on näkövammaisia.¹



Kuva 2. Mahdollisia näkökentän puutoksia havainnollistettuna. Vasemmalta oikealle ylhäällä näkökentän keskeinen puutos eli niin sanottu reunanäkö sekä putkimainen näkökenttä. Alhaalla toiminnallisesti epätasainen näkökenttä tai niin sanottu repaleinen näkökenttä sekä näkökentän toispuoleinen puutos.³

Vaikka näkövammaa voidaankin määritellä näöntarkkuuden avulla numeroina, on myös tärkeää ymmärtää, mikä varsinaisesti aiheuttaa vammaisuuden ja tuen tarpeen. Vammaisuus ilmiönä syntyy vasta, kun vammautunut ihminen kohtaa yhteiskunnan edellytykset, eikä joltain osin täyty näitä vaatimuksia. Laajemmassa merkityksessä näkövammaiseksi määritelläänkin yksilö, jonka näön alentuminen aiheuttaa merkittävää haittaa tämän jokapäiväisissä toiminnoissa. Näkövammaisuus riippuu siis vahvasti yksilön ominaisuuksien lisäksi ympäristön vaatimuksista. Esimerkiksi runsaasti visuaalista informaatiota sisältävät näytöt näkövammaisen toiminnoissa voivat lisätä näkövammaa, kun taas toisaalta äänen avulla kommunikointi saattaa vähentää sitä.¹

Historiassa näkövammaisia, kuten muitakin vammaisia, on kohdeltu paikoin jopa julmasti. Heitä on eristetty yhteiskunnan toiminnoista ja leimattu vammansa perusteella. Nykyäänkin käsitteeseen vammainen helposti liitetään negatiivisia mielikuvia, piirteitä ja ominaisuuksia, vaikka monissa tapauksissa vamma vaikuttaa vain yhteen ihmisen ominaisuuteen muiden ominaisuuksien määräytyessä samalla tavoin kuin vammattomillakin. Tällaisen käytöksen taustalla on yleistä, että käsitteet vammainen ja sairas tai toisaalta vammaton ja terve sekoittuvat toisiinsa. Vaikka vamma syntyisikin sairauden seurauksena, sairaus monissa tapauksissa päättyy jossain vaiheessa elämää. Tämän jälkeen ihminen on usein terve ja vammainen.¹

2.2 Näkövamman aiheuttajat

Puhuttaessa kaikista Suomen näkövammaisista, korostuu tilastoissa ikääntyneiden osuus, koska suurin osa suomen näkövammaisista on ikääntyneitä ihmisiä. Tämä johtuu pitkälti ikääntyneillä useammin esiintyvistä sairauksista, jotka aiheuttavat näkövammaa. Tämän tutkimuksen keskittyessä koulumaailmaan, on tutkimuksen kannalta huomattavasti oleellisempaa huomioida alle 18-vuotiaiden näkövammaisten tilastot.

Lapsilla ja nuorilla yleisimmät näkövamman aiheuttajat ovat näköratojen vikojen ryhmä sekä synnynnäiset kehityshäiriöt. Näistä näköratojen vikojen ryhmään kuuluu noin 33 % ja synnynnäisten kehityshäiriöiden piiriin 22 %. Muita merkittäviä vamman aiheuttajia ovat verkkokalvon perinnölliset rappeumat, tarkemmin määrittelemätön heikkonäköisyys, silmävärve, albinismi sekä valontaittoviat. Diagnoosien määrässä voi olla vuosittain suurtakin vaihtelua johtuen ikäryhmän pienestä koosta, mutta kokoluokka on pysynyt suhteellisen samana vertailuväleillä, joilla vamman aiheuttajia on tutkittu.¹

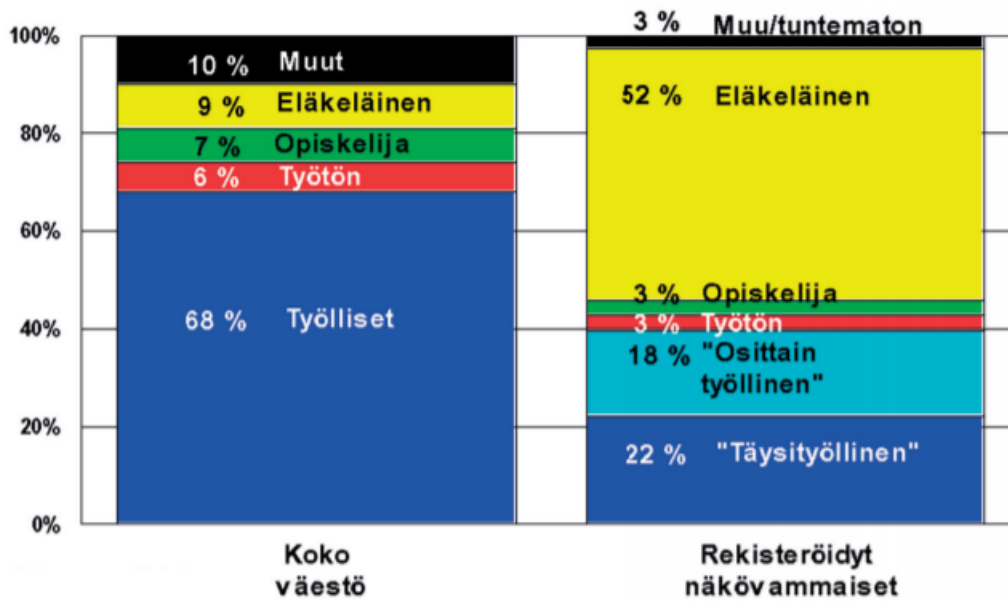
2.3 Näkövammaiset lapset ja nuoret Suomessa

Alle 18-vuotiaita suomalaisia näkövammaisia on rekisteröitynä näkövammarekisteriin noin 700. Viranomaisilla ja hoitohenkilökunnalla on velvollisuus ilmoittaa pysyvästi näkövammaiset henkilöt näkövammarekisteriin. Näkövammarekisteri on Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) henkilörekisteri, jonka teknisestä ylläpidosta vastaa näkövammaisten liitto (NKL). Suomen noin 700:sta elossa olevasta alaikäisestä näkövammaisesta runsas neljännes määritellään sokeiksi ja koko ryhmästä noin 60 % on monivammaisia, eli heillä on jokin toinen vamma näkövamman lisäksi. Tyypillisimpiä muita vammoja näkövamman yhteydessä ovat kehitysvamma, CP-vamma ja liikuntavamma. Elossa olevien näkövammaisten lisäksi Näkövammaisten liiton kuntoutuskeskus arvioi vuosittain syntyvän noin 70–100 näkövammaista lasta, mutta tämä arvio ei ole virallinen, koska monivammaisuuden takia ei näkövammaa havaita aina heti.^{1,2}

2.4 Näkövamman vaikutus sosiaaliseen asemaan

Suomalaisista näkövammaisissa työikäisistä täystyöllistettyjä on noin 22 % ja osittain työllistettyjä noin 18 %. Tilastojen valossa näkövammaisten työllistyminen on siis selkeästi alhaisemmalla tasolla kuin koko väestöllä. Osittain tämä selittyy suurella eläkeläisten määrällä työikäisissä, joka on yli 51 % koko väestön osuuden ollessa 9 %. Vastaavasti myös sekä opiskelijoiden että työttömien määrä on näkövammaisissa pienempi kuin koko väestössä.¹

Tilastot eivät kerro koko totuutta näkövammaisten työllistymisestä. Osittain työllistettyjen osuus kaikista työllistetyistä on korkea ja näkövammaisen on hankalaa päästä työttömäksi työnhakijaksi.¹ Monilla osittain työllistetyillä eläketulot ovat suuremmat kuin työstä saatavat tulot, joten tilastot hämäävät myös tässä kohtaa. Myös työllistyminen yrityksiin on hankalaa, koska moni ei usko henkilön pystyvän yhtä hyvään työhön puutteellisella näöllä. Parhaiten työllistyvätkin he, jotka ovat pystyneet valitsemaan oman ammattinsa alalta, jota pidetään näkövammaiselle sopivana. Ongelmana tässä on kuitenkin se, että uusia aloja arastellaan, vaikka näkövammaisenkin voisi pärjätä alalla työnkuvan ollessa sopiva. Joissain tapauksissa nuoria jopa painostetaan muutamalle harvalle alalle, vaikka nuori ei itse olisi näistä aloista kiinnostunut. Merkittävä ongelma onkin nuorten ympärillä olevien toimijoiden asenteet sekä tietoisuus näkövammasta ja heidän kyvyistään. Lisää näkövammaisten työllistymiseen vaikuttavista tekijöistä kerrotaan luvussa 2.6. Työllisyysastetta on havainnollistettu kuvassa 3, jossa näkyy selkeästi eläkeläisten suuri osuus näkövammaisissa sekä suhteellisen pieni työllisyys.



Kuva 3. Työllisyysastevertailu vuodelta 2015, jossa vasemmalla koko väestön työikäiset ja oikealla rekisteröidyt näkövammaiset työikäiset ihmiset.¹

Perheasemalla tarkoitetaan yksilön asemaa siinä suhteessa, onko hän osana perhettä ja jos on, mikä on hänen roolinsa. Perheasema on tilastoinnissa korvannut aiemman siviilisäätyluokittelun, koska yhä useampi lapsi syntyy perheeseen, jossa vanhemmat elävät avoliitossa. Luokitellessa perheasemaan, on ihminen joko perheessä lapsen roolissa, perheessä vanhemman tai puolison roolissa, perheen ulkopuolella tai laitossyhteisön jäsenenä. Tilastoista ilmenee, että näkövammaiset ovat selkeästi muuta väestöä pidempään perheessä lapsen asemassa, perheisiin kuulumattomana tai laitossyhteisössä. Vastaavasti näkövammaisissa on vähemmän perheissä vanhemman tai puolison roolissa eläviä. Tilastointia perheasemasta on tehty Näkövammarekisterin toimesta viiden vuoden välein alkaen vuodesta 1995. Nuoret ovat kasvavissa määrin alkaneet muuttaa itsenäiseen elämään lapsen asemasta ja vuodesta 2010 vuoteen 2015 muutos oli aiempaa selvästi suurempi. Tutkimusta tehdessä vuoden 2020 tilastoja ei vielä ollut saatavilla. Myös kokonaisuutena 15–24-vuotiaat näkövammaiset elävät entistä useammin perheeseen kuulumattomana ja nekin ketkä kuuluvat perheisiin, ovat aiempaa useammin joko vanhemman tai puolison roolissa lapsena olemisen sijaan.¹ Tähän on varmasti useita syitä ja voidaan ainakin toivoa yhden syyn olevan yhteiskunnan ja yhteisön muuttuneet asenteet. On myös mahdollista, että itsenäisesti eläminen näkövammaisena on helpottunut koko yhteiskunnan ja tekniikan kehittyessä.

2.5 Näkövamman vaikutus koulutustasoon

Koulutuksen merkitystä länsimaisessa yhteiskunnassa ei tule vähätellä. Koulutustasolla on suora yhteys työllistymiseen, toimeentuloon ja elintasoon. Opetushallitus onkin asettanut tavoitteeksi, että 50 % väestöstä hankkisi itselleen korkea-asteen tutkinnon, eli korkeamman asteen koulutuksen kuin keskiasteen tutkinnon. Keskiasteen tutkintoihin kuuluvat esimerkiksi ylioppilastutkinto ja ammatilliset perustutkinnot.^{1,4} Nykyisin väestöstä korkea-asteen koulutuksen on hankkinut 32 %, mutta näkövammaisilla vastaava luku on vain 19 %. Keskiasteen koulutusten omaavien osuus on näkövammaisissa lähes sama, kuin koko väestöllä, eli noin 44 %, mutta pelkästään perusasteen koulutuksen saaneita työkäisissä oli näkövammaisista 37 %, kun koko väestön vastaava osuus on 22 %.¹ Ennen kouluikää vammautuneista yli puolet jää perusasteen koulutuksen tasolle ja 7–24-vuotiaina vammautuneistakin vain 66 % suorittaa vähintään toisen asteen tutkinnon.² Kaiken kaikkiaan voidaankin sanoa näkövammaisten koulutustason olevan huomattavasti alhaisempi verrattuna muuhun väestöön. Näkövammaisten alhaista koulutustasoa toki selittää osaltaan monien näkövammaisten siirtyminen eläkkeelle peruskoulun jälkeen. Kuten koko väestöllä, myös näkövammaisilla työllisyysasteen ja koulutustason välillä on korrelaatio, joten näkövammaisten opintopolkuun täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Tässä nousevat erityisen tärkeään osaan oppilaan ympärillä toimivat henkilöt, kuten opettajat, luokanvalvojat ja opinto-ohjaajat. Nämä henkilöt tarvitsevat riittävästi tietoa ja osaamista näkövammasta, sen kanssa toimimisesta ja sen vaikutuksesta elämään, jotta he voivat antaa nuorelle oikeanlaista tukea.²

Näkövammaisten kannalta kemian opetukseen tehtävällä kehitystyöllä ei välttämättä saada aikaan tilastoissa näkyviä muutoksia, mutta yksittäisen oppilaan kohdalla voi osallistumisen kokemus olla merkittävä. Erityisesti nuoren kokemus siitä, että pystyy halutessaan osallistumaan ja tekemään voi olla erittäin merkityksellinen siinä, mitä hän lähtee opiskelemaan peruskoulun jälkeen. Kokemuksella voi myös olla vaikutusta siihen, kuinka pitkälle nuori haluaa opiskella peruskoulun jälkeen, mikä vaikuttaa myös hänen tulevaan työllistymiseensä ja elintasoonsa.

2.6 Näkövamman vaikutus työllistymiseen ja integroitumiseen yhteiskuntaan

Monelle nuorelle siirtyminen koulusta työelämään voi olla kokemuksena haastava tai turhauttava. Sama pätee myös näkövammaisiin nuoriin, joille siirtymävaihe voi tuoda mukanaan vielä runsaammin haasteita kuin näkeville. Yhdysvalloissa vammaisille nuorille

pyritään tarjoamaan tukea tähän siirtymävaiheeseen tavoitteena heidän työllistymisensä ja siellä onkin tehty tutkimusta tekijöistä, jotka vaikuttavat näkövammaisten nuorten työllistymiseen opiskelun jälkeen. Yleisimmin työllistymiseen liitetty tekijä on aiempi työkokemus joko palkallisena tai harjoitteluna. Aiemman työkokemuksen merkitys korostuu nuorten työllistymisessä, kun on kyse vammaisista nuorista, joihin myös näkövammaiset kuuluvat.⁵

Työkokemuksen lisäksi vammaisten työllistymiseen vaikuttaa merkittävästi aiempien työpaikkojen määrä. Tämän uskotaan liittyvän siihen, että työnantajat haluavat työntekijöiltään monipuolista osaamista ja kokemusta, sekä kykyä oppia uusia töitä. Tutkimusten mukaan aikuisuuden työllisyyteen positiivisesti vaikuttavia töitä olivat lähes kaikki, mukaan lukien osa-aikaiset työt, kesätyöt sekä harjoittelut ja työssäoppimisjaksot. Aiemman työkokemuksen merkitys on ymmärrettävää, mutta näkövammaisten kannalta tämä tuo mukanaan myös haasteita. Yhdysvalloissa näkövammaiset osallistuvat näkeviä harvemmin työssäoppimisjaksoille tai harjoitteluun, minkä takia he jäävät paitsi sen tarjoamasta työkokemuksesta, jota työnantajat arvostavat. Erilaisten töiden tekeminen tarjoaa nuorille mahdollisuuden tutustua eri aloihin ja uramahdollisuuksiin. Ilman tätä mahdollisuutta on aiempaa haastavampaa saada töitä tai hakeutua itselle sopivalle alalle.⁵

Aiemman työkokemuksen vaikutus työllistymiseen on helppoa nähdä, mutta useiden eri työpaikkojen vaikutus ei ole yhtä selvää. Erään hypoteesin mukaan useiden työpaikkojen määrä on erityisen tärkeää juuri näkövammaisilla nuorilla, koska tämä mahdollistaa heidän sosiaalisen verkostonsa kasvattamisen. Työpaikan hankinnassa yhtenä tehokkaana keinona pidetään yleisesti henkilökohtaisten suhteiden hyväksikäyttöä. Kuitenkin useimmiten näin saatava työpaikka saadaan jonkin muun sosiaalisen suhteen kautta kuin lähipiiriin kuuluvan ihmisen kautta. Tästä syystä useista eri työpaikoista saadut kontaktit voivat olla erittäin hyödyllisiä, kun näkövammaisen nuori hakee töitä. Näin myös siksi, että näkövammaisilla nuorilla usein on pienempi sosiaalinen piiri kuin näkevilla vertaisillaan.⁶

Työkokemuksen lisäksi merkittävä tekijä nuorten näkövammaisten työllistymisessä on heidän itsenäisen elämän taitonsa ja itsemääräämisoikeutensa. Näitä taitoja opitaan yleensä elämäkokemuksen kautta ja ne ovat merkittävässä roolissa yksilön siirtyessä elämänvaiheesta toiseen. Usein kuitenkin näkövammaisella nuorella nämä taidot voivat jäädä vajavaisiksi, koska tavalliseen kouluopetukseen näiden taitojen opettelu ei kuulu. Itsemääräämisoikeuden käsitteeseen liittyy vahvasti myös hallintakäsitys, eli kokeeko yksilö itse hallitsevansa omaa elämäänsä. Varsinkin historiassa on näkövammaisiin kohdistettu sellaista vallankäyttöä, jolla

on saatettu asettaa heidät sopiviksi tekemään vain tiettyjä töitä tai ammatteja. Samankaltaista suhtautumista näkövammaisiin saattaa esiintyä myös nyky-yhteiskunnassamme, vaikka tutkimusten mukaan juuri itsenäisesti päätöksiä tekevillä ja toimimaan kykenevillä näkövammaisilla on paremmat asetelmat työllistyä. Suomessa osa näkövammaisista oppilaista pääsee harjoittelemaan itsenäisen elämän taitojaan Valteri-kouluissa, mutta jotkut oppilaat eivät saa näissä taidoissa tarpeeksi ohjausta ja tukea. Tässä suhteessa kasvaakin kodin ja kotoa saatavan tuen merkitys nuoren elämässä.⁵

Näkövammaisen itsenäiseen toimintakykyyn liittyy nykyisessä yhteiskunnassamme voimakkaasti kyky ja osaaminen käyttää hänelle sopivia apuvälineitä. Erityisesti pääsy kirjalliseen tietoon muodostuu kriittiseksi sellaisille nuorille, jotka haluavat opiskella esimerkiksi korkeakoulututkinnon. Tavallisessa koulussa ei valitettavasti pystytä tarjoamaan nuorelle mahdollisuutta kokeilla erilaisia apuvälineitä, joista hän voisi hyötyä. Suomessa Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri kattaa tämän tarpeen osittain, mutta olisi myös tärkeää, että nuoret oppisivat itse löytämään heille sopivia apuvälineitä. Tästä taidosta jatkuvasti kehittyvän teknologian yhteiskunnassa olisi nuorille valtavasti hyötyä, koska he pystyisivät optimoimaan oman toimintakykynsä sopivilla apuvälineillä.⁵

Näkövammaisille nuorille, kuten varmasti kaikille nuorille, olisi tärkeää, jos heidän itseluottamustaan saataisiin kasvatettua. Hyvästä itsetunnosta on hyötyä niin opiskeluihin hakemisessa, opiskeluissa, työllistymisessä kuin muussa elämässä. Onkin tärkeää, että nuorille pystytään tarjoamaan onnistumisen kokemuksia ja tervettä itseluottamusta siihen, että he pystyvät tekemään ja osallistumaan erilaisiin asioihin. Tämän itseluottamuksen kasvattamisessa on tärkeä rooli niin kodilla, koululla kuin ympäristöllä. Opettajan näkökulmasta näistä tärkein, mihin voidaan vaikuttaa, on koulu. Onkin tärkeää, ettemme vie oppilailta mahdollisuutta kokea onnistumisia vain koska he ovat vammautuneita, vaan yritämme mahdollistaa heille onnistumisen kokemuksia.

Näkövammaisten aseman kannalta olisi tärkeää, että he integroituisivat yhteiskuntaamme. Eräs tärkeimmistä tekijöistä integraation kannalta perhetilanteen lisäksi on työllisyys. Tilastot kuitenkin osoittavat niin Suomessa kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa, että näkövammaisten ihmisten työllisyysaste on huomattavasti matalampi kuin näkevien. Tämä on ongelma, jos haluamme näkövammaisten olevan toimiva osa yhteiskuntaamme. Näkövammaiset kohtaavat työnhakuprosessin aikana useita esteitä, jotka haittaavat heidän työnsaantiaan. Nämä esteet voidaan karkeasti jakaa henkilökohtaisiin esteisiin ja yhteiskunnan aiheuttamiin esteisiin.

Henkilökohtaisiin esteisiin luetaan henkilöstä tai hänen ominaisuuksistaan johtuvat esteet, kun taas yhteiskunnallisten esteiden ajatellaan olevan henkilön ulkopuolisia esteitä.^{1,7,8}

Aiemmin on todettu, että merkittäviä tekijöitä näkövammaisen nuoren työllistymisessä ovat erityisesti aiempi työkokemus sekä aiempien työpaikkojen määrä. Näiden lisäksi tilastollisessa tutkimuksessa esiin nousseita tekijöitä olivat vanhempien tuki ja heidän nuorelle asettamansa odotukset, henkilön terveydentila sekä toiminnallisen näön taso. Erityisesti aiemman työkokemuksen merkityksen on todettu vaikuttavan näkövammaisten työllistymiseen useassa eri tutkimuksessa ja se on ollut mainittujen tekijöiden joukossa lähes jokaisessa aihetta käsitelleessä tutkimuksessa. Lisäksi yksi merkittävä tekijä työllistymiseen oli paitsi liikkumismahdollisuuksilla, myös nuoren itsenäisen liikkumisen taidoilla, eli kuinka pitkälle ja hyvin nuori pystyy liikkumaan itsenäisesti. On myös mahdollista, että itsenäisen liikkumisen taidot linkittyvät yleisemmin nuoren itsenäisyyteen ja haluun toimia ja elää itsenäisesti, mitkä voivat vaikuttaa positiivisesti työllistymiseen.⁶

Vaikka peruskoulun tai lukion aikana ei suoraan pystytä koulun toimesta vaikuttamaan nuoren tulevaan työllistymiseen, voi koulu kuitenkin tukea ja kannustaa nuorta sellaisiin asioihin, joista on hänelle itselleen hyötyä myöhemmin. Olisikin tärkeää, että myös näkövammaiset nuoret saisivat kartuttaa työkokemusta jo lukion aikana esimerkiksi kesätöissä tai vapaaehtoistöissä järjestöissä tai seurakunnissa. Nämä työkokemukset voivat olla erittäin hyödyllisiä myöhemmin nuoren elämässä, mistä syystä sekä koulun että nuoren perheen tulisi nuorta näihin kannustaa.⁶

2.7 Näkövammaisten työllistymisen haasteet

Vuonna 1999 Yhdysvalloissa tehdystä tutkimuksesta haastateltiin kahtakymmentä sokeaksi luokiteltua työikäistä henkilöä heidän kohdallaan esteiksi muodostuneista asioista työnhaussa ja saadun työpaikan säilyttämisessä. Tärkeimmät esiin nousseet henkilöön liittyvät esteet olivat itse näkövamma, työkokemuksen puute sekä pitkän ajan kuluessa muodostunut motivaation puute työnhakuun. Osa näkövammaisista turhautuu hakemaan töitä, jos pitkänkään ajan kuluessa ei niitä saa. Myös muissa tutkimuksissa on todettu aiemman työkokemuksen olevan merkittävä tekijä vammaisen henkilön työllistymisessä.⁶ Vastaajien omien sanojen mukaan he eivät olleet saaneet nuorena sellaista konkreettista apua, joka olisi valmistanut heitä työelämään ja sen vaatimuksiin, vaikka heille oli kerrottu, että he voisivat tehdä lähes mitä työtä haluavat. Heitä oli kehoitettu keskittymään opiskeluunsa, sen sijaan että olisivat hankkineet osa-aikaisia

töitä. Tällaiset ristiriitaiset viestit olivat vaikuttaneet osan kykyyn asettaa tavoitteita omalle työuralleen, vaikka he olivat jo yli 30-vuotiaita. Vastaava ilmiö on normaalia noin 20-vuotiailla, mutta oli ainakin vuonna 1999 epätavallista yli 30-vuotiailla.⁸

Muita samassa tutkimuksessa esiin nousseita henkilökohtaisia esteitä olivat näkövammaisten kokemus siitä, etteivät he saaneet tarpeeksi uraohjausta. Joillekin vastaajille oli myös itselleen ollut epäselvää ja haastavaa tietää, mitä töitä näkövammaisen tai sokea pystyisi tekemään itsenäisesti. Vuonna 1999 tietotekniikka ei ollut yhtä kehittynyttä kuin nykyään, eivätkä esimerkiksi ruudunlukuohjelmat olleet yhtä kehittyneitä. Lisäksi tietokoneet ja näkövammaisen apuvälineet olivat kalliita, eikä kaikilla ollut pääsyä niiden käyttöön. Näistä syistä johtuen nousivat esiin myös haasteet löytää työilmoituksia tai kirjoittaa työhakemuksia. Nykyään lähes kaikki työnhakuun liittyvät kirjalliset osat ovat käytettävissä internetin välityksellä, johon käytännössä on pääsy kaikilla työikäisillä, myös näkövammaisilla ilmaiseksi saatavilla olevien ruudunlukuohjelmien ansiosta. Voidaankin siis sanoa, että tietotekniikka on osaltaan helpottanut suuresti näkövammaisten arkea.⁸

Näkövammaisten työnhakua vaikeuttavat henkilökohtaiset esteet korostuvat, kun henkilö kohtaa työnhakuprosessissaan lisäksi yhteiskunnallisia esteitä. Nämä ovat sellaisia esteitä, jotka ilmaantuvat, kun vammaisen on vuorovaikutuksessa yhteiskunnan kanssa, eikä hän itse pysty omalla toiminnallaan niitä välttämään, vaan esteet tulevat hänen itsensä ulkopuolelta. Tällaisia esteitä voi olla esimerkiksi ihmisten asenteet näkövammaisia kohtaan, ennakkoluulot, liikennejärjestelyt tai jopa suoranainen syrjintä. Monet näkövammaiset kokevat, että erityisesti ennakkoluulot ja tietämättömyys nousevat esiin työnhaussa. He kokevat, että heitä ei kohdella täysimääräisinä työntekijöinä, koska heiltä puuttuu näköaisti. Räikeimmissä tapauksissa on työhön liittyviä kysymyksiä esitetty näkövammaisen tukena olleelle näkeväälle henkilölle tai jätetty näkövammaisen palkkaamatta, koska työnantaja ei ollut varma, pystyykö näkövammaisen liikkumaan toimistossa. Työnantajat eivät usein ole halukkaita hankkimaan työpaikalle tarvittavia apuvälineitä, joiden avulla näkövammaisen pystyisi työskentelemään. Myöskään muutoksia aiempiin toimintatapoihin ei välttämättä olla halukkaita tekemään. Myös suomalaisessa lehdistössä on raportoitu tapauksista, joissa näkövammaisen on kokenut tullessa syrjityksi näkövammansa takia opiskelupaikan haussa. Vaikkei syrjintää olisikaan tapahtunut, on aiheellista pohtia, miten tällaiset kokemukset vaikuttavat näkövammaisen motivaation kouluttautua tai hakea töitä valmistuttuaan. Jos haluamme näkövammaisten integroituvan yhteiskuntaamme, on kestävämpää, että heidän työttömyyslukunsa ovat merkittävästi suuremmat kuin näkevillä. Vaikkei helppoja ja nopeita ratkaisuja olekaan

olemassa, voidaan nuorta haastaa pohtimaan realistisesti omaa mahdollista työuraansa ja siinä tarvittavia taitoja ja tarjota hänelle siinä tukea, jotta hän pystyisi löytämään itselleen sopivan alan, jossa voisi työllistyä. Näkövammaisten työllistyminen olisi koko yhteiskunnan etu.^{8,9}

3. Näkövammaisen oppilas

3.1 Näkövammaisen oppilaan oikeudet

Kun käsitellään näkövammaista oppilasta koulussa, on hyvä tiedostaa, mitä peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin ja Suomen lakiin on kirjattu. Suomessa koulutuksen järjestäjällä on velvollisuus noudattaa yhdenvertaisuuslakia, jossa syrjinnästä sanotaan seuraavaa:

“Ketään ei saa syrjiä iän, alkuperän, kansalaisuuden, kielen, uskonnon, vakaumuksen, mielipiteen, poliittisen toiminnan, ammattiyhdistystoiminnan, perhesuhteiden, terveydentilan, vammaisuuden, seksuaalisen suuntautumisen tai muun henkilöön liittyvän syyn perusteella. Syrjintä on kielletty riippumatta siitä, perustuuko se henkilöä itseään vai jotakuta toista koskevaan tosiseikkaan tai oletukseen.

Välittömän ja välillisen syrjinnän lisäksi tässä laissa tarkoitettua syrjintää on häirintä, kohtuullisten mukautusten epääminen sekä ohje tai käsky syrjiä.”¹⁰

Tämän työn näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että koulu, eli käytännön tasolla opettaja ja opettajan esihenkilöstö, on velvoitettu mukauttamaan opetusta siten, että näkövammaisen oppilas voi osallistua opetukseen. Tämä tarkoittaa myös sitä, että näkövammaisen oppilaan täytyy saada osallistua myös kokeelliseen työskentelyyn kemian tunnilla, jos se onnistuu kohtuullisten mukautusten puitteissa, joista yhdenvertaisuuslakiin on kirjattu:

“Viranomaisen, koulutuksen järjestäjän, työnantajan sekä tavaroiden tai palvelujen tarjoajan on tehtävä asianmukaiset ja kulloisessakin tilanteessa tarvittavat kohtuulliset mukautukset, jotta vammaisen henkilö voi yhdenvertaisesti muiden kanssa asioida viranomaisissa sekä saada koulutusta, työtä ja yleisesti tarjolla olevia tavaroita ja palveluita samoin kuin suoriutua työtehtävistä ja edetä työuralla.

Mukautusten kohtuullisuutta arvioitaessa otetaan huomioon vammaisen ihmisen

tarpeiden lisäksi 1 momentissa tarkoitettujen toimijain koko, taloudellinen asema, toiminnan luonne ja laajuus sekä mukautusten arvioidut kustannukset ja mukautuksia varten saatavissa oleva tuki.”¹⁰

Laissa määritelty kohtuullinen mukautus on tulkinnanvarainen, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia, jos näkövammaisen oppilas esimerkiksi tarvitsisi yksittäistä kemian työtä varten jotain tiettyä apuvälinettä. Normaalisissa peruskouluissa, jossa näkövammaisia on vähän, on perusteltua jättää hankkimatta suhteellisen kalliita laitteita ja välineitä, jos niitä ei pystytä käyttämään myös muuten opetuksessa. Sen sijaan työtapojen muokkaaminen näkövammaiselle sopivaksi tai uuden näkövammaiselle sopivan oppilastyön käyttäminen voitaneen katsoa kohtuulliseksi mukautukseksi. Olisikin tärkeää, ettei kohtuullisuuden määritelmää käytettäisi väärin perusteena toiminnalle, jossa mukautus jätetään tekemättä.

Näkövammaista oppilasta ajatellen tehtäviä mukautuksia pohdittaessa on hyvä huomioida, että perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on kemian oppiaineelle määritelty tavoitteita ja sisältöjä, jotka sisältävät ajatuksen oppilaasta aktiivisena toimijana kokeellisessa työskentelyssä. Esimerkiksi tavoitteena T6 on:

“ohjata oppilasta toteuttamaan kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa sekä työskentelemään turvallisesti ja johdonmukaisesti”¹¹

Myös sisältöalue S1 Luonnontieteellinen tutkimus sisältää turvallisen työskentelyn periaatteet ja perustyötaidot. Lisäksi oppilaan arvioinnissa on erikseen mainittu kokeellisen tutkimuksen osio, jossa arvosanaan 8 oikeuttava osaaminen on seuraava:

“Oppilas hallitsee perustyötaidot, osaa työskennellä turvallisesti sekä tehdä havaintoja ohjeiden tai suunnitelman mukaan. Oppilas osaa toteuttaa yhteistyössä muiden kanssa suljettuja ja avoimia tutkimuksia.”¹¹

Yllä mainituin kriteerein täytyy siis myös näkövammaisella oppilaalla olla mahdollisuus osallistua aktiivisesti kokeellisen työn tekemiseen, tai tätä osa-aluetta ei voida luotettavasti arvioida, jolloin oppilaat eivät ole tasa-arvoisessa asemassa keskenään.

Laki velvoittaa kohtelevaan kaikkia oppilaita yhdenvertaisesti ja opetussuunnitelman perusteet määrittelevät sisällöt ja tavoitteet, joiden täytyy sisältyä opetukseen. Koska kemian opetukseen

kuuluu erottamattomana osana kokeellinen työskentely, on sekä näkövammaisen että näkevän oppilaan kannalta tärkeää, että kemian opetuksessa on saatavilla välineitä ja keinoja, joiden avulla näkövammaisen oppilas voi osallistua kokeelliseen työskentelyyn. Tärkeää on myös, että opettajat ovat valmiita käyttämään näitä välineitä näkövammaisen oppilaan opetuksen tukena.

3.2 Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri

Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri, erityisesti sen toimipiste Onerva Jyväskylässä, on yksi merkittävimpiä toimijoita näkövammaisten opetuksen saralla Suomessa. Valteri toimii Opetushallituksen alaisuudessa ja sen tarkoituksena on tukea lähikouluperiaatteen toteutumista. Tässä työssä Valteria käsitellään erityisesti näkövammaisuuden näkökulmasta, vaikka se tarjoaakin tukea usealla muullakin erityistarpeen alueella eri toimipisteissään. Lisäksi on hyvä huomioda, että tämän työn kannalta merkityksellisintä on se toiminta, joka koskee näkövammaista oppilasta omassa lähikouluksaan. Ennen Valteria samaa tehtävää hoiti valtion erityiskouluihin kuulunut Jyväskylän näkövammaisten koulu, joka yhdistyi vuoden 2013 alussa Haukkarannan koulun kanssa muodostaen Oppimis- ja ohjauskeskus Onervan.¹²⁻¹⁴

Valteri tarjoaa tukipalveluitaan sekä oppilaalle itselleen, tämän perheelle, että myös tämän kanssa työskenteleville henkilöille, esimerkiksi opettajille tai avustajille. Opettajien on mahdollista saada perehdytystä ja koulutusta näkövammaan ja näkövammaisen kanssa työskentelyyn liittyen. Valteri myös tuottaa oppimateriaalia näkövammaisille oppilaille, mutta esimerkiksi kemian oppimateriaaleja ei välttämättä ole saatavilla.¹² Kohdennettua koulutusta yksittäisten oppiaineiden opettamiseen ei myöskään välttämättä ole saatavilla eikä tällaisesta löydy Valterin materiaalista mainintaa kirjoitushetkellä marraskuussa 2020.

Näkövammaiselle oppilaalle Valteri tarjoaa mahdollisuuden ohjauskäynteihin omassa lähikouluksaan, tukijaksoihin joko lähikouluksaan ja Onervan toimipisteessä sekä arviointiin ja kuntoutukseen, mikäli niihin on tarvetta. Ohjauskäynneillä tavoitteena on tarjota tukea oppimiseen ja toimimiseen oppilaan omassa oppimisympäristössä. Tukijaksoilla tehostetun tai erityisen tuen piirissä olevat oppilaat saavat tukea koulunkäyntiinsä ja oppimiseensa.¹² Onervan toimipisteessä järjestettävät tukijaksot ovat myös monille oppilaille tärkeitä sosiaalisia tapahtumia, joiden aikana he tapaavat ja viettävät aikaa muiden näkövammaisten nuorten kanssa.

3.3 Näkövammaiset lapset ja nuoret koulussa

Suomen noin 700 näkövammaisesta alaikäisestä suurin osa käy koulunsa kotikunnassaan, jolloin lähtökohtana on lapsen sijoittaminen lähikouluun hänelle sopivaan opetusryhmään.¹⁵ Suuri osa näistä oppilaista opiskelee näkevien vertaistensa kanssa muun ryhmän mukana, vaikka käyvätkin tukijaksoilla Jyväskylässä Oppimis- ja ohjauskeskus Valterin Onervan yksikössä. Tukijaksoilla pyritään oppimaan erityistaitoja, joita näkövammaisen oppilas koulunkäynnissään tarvitsee.^{12,16} On kuitenkin tärkeää, että myös lähikoulun henkilökunta on tietoinen näkövammasta ja osaavat antaa oikeanlaista tukea oppilaalle. Avustajien ja erityisopettajien lisäksi tähän ryhmään kuuluvat myös tunteja pitävät aineenopettajat, koska useat näkövammaiset oppilaat ovat ryhmän mukana, kuten näkevät vertaisensakin. Varsinkin peruskoulun 7–9 luokilla tämä korostuu, koska usein aineenopettajalla ei ole erityisosaamista näkövammaisen suhteen ja taas toisaalta erityisopettajilla ei ole erityisosaamista opetettavan aineen, tämän työn tapauksessa kemian osalta.

Niistä oppilaista, joiden näköaisti ei riitä sen pääasialliseen käyttämiseen opiskelussa, käytännössä kaikilla on käytössään erilaisia apuvälineitä. Näkövammaiset ja erityisesti sokeiden opiskelutekniikoita käyttävät oppilaat käyttävät paljon sekä äänikirjoja että elektronista materiaalia opiskelussaan. Lukiossa tähän on siirrytty jo laajalti kaikkien oppilaiden tapauksessa, mutta peruskoulussa näkövammaisen oppilaan erilainen oppimateriaalitarve aiheuttaa opettajalle lisätöitä. Joillekin oppilaille oli tuottanut haasteita lukion puolella löytää sopivia laskimen korvaavia sovelluksia erityisesti pitkässä matematiikassa käytettäväksi, mutta tätä nykyä lukio-opiskelun siirryttyä pitkälti materiaalin osalta sähköiseen muotoon, on tilanne mahdollisesti helpottunut.¹⁷ Joissain tapauksissa voikin olla parempi, jos ryhmässä pystytään käyttämään pääpiirteittäin samoja menetelmiä ja materiaaleja kaikkien oppilaiden kanssa. Tällöin myös vähennetään yksittäisen oppilaan erottumista joukosta.

Myös oppiaineiden välillä on havaittu eroja siinä, kuinka paljon näkövammaisen koettiin lisäävän aineen haastavuutta. Matemaattisia ja luonnontieteellisiä aineita saatetaan kyllä pitää kiinnostavana, mutta näkövammaisen koetaan hidastavan ja vaikeuttavan opiskelua niin paljon, ettei niiden opiskelua koeta järkeväksi.¹⁷ Juuri tähän näkövammaisen aiheuttamaan lisähaittaan voidaan puuttua luomalla ja tuomalla esiin keinoja, joilla vammaisen tuottama haitta minimoidaan. On suuri sääli, jos aineesta kiinnostunut nuori jättää aineen opiskelun kesken, koska ei saa tarpeeksi välineitä tai tukea sen opiskeluun.

3.4 Näkövammaisten oppilaiden inklusio

Kuten Suomessa, myös Ruotsissa useimmat näkövammaiset oppilaat, erityisesti he, keillä ei ole merkittäviä lisävammoja, osallistuvat yleisopetukseen omassa lähikoulussaan niin kutsutun lähikouluperiaatteen mukaisesti. Kouluissa päävastuun myös näkövammaisen oppilaan opetuksesta kantavat koulun opettajat. Johtuen näkövammaisten suhteellisen pienestä määrästä, opettajilla ei useimmiten ole ennestään kokemusta näkövammaisen oppilaan opetuksesta tai siinä käytettävistä opetusmetodeista ja välineistä.¹⁸

Tilanteissa, joissa näkövammaisen oppilas opiskelee lähikoulussaan, tarjoaa Opetushallituksen alainen Oppimis- ja Ohjauskeskus Valteri tukea lähikouluperiaatteen toteutumiseksi. Näkövammaisen tapauksessa on pääasiallista tukea antava yksikkö Valteri-koulu Onerva. Valteri tarjoaa tukea sekä yleisen, tehostetun että erityisen tuen tarpeessa oleville oppilaille sekä heidän kanssaan toimiville aikuisille.¹² Ruotsissa vastaava toimija on Visions resurscenter, joka tarjoaa kouluille tukea toiminnallisesta haitasta kärsivien oppilaiden opetukseen.

Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan vuosiluokilla 1–6 oppilaat saivat keskimäärin paremmin heidän vammaansa mukautettua opetusta kuin myöhemmin 7–9 luokilla. Myöhäisemmillä luokilla osa oppilaiden vanhemmista oli kokenut, ettei heidän lapsestaan oltu kiinnostuneita ja jotkut oppilaat kokivat, etteivät he saaneet aitoa mahdollisuutta oppia keskeisiä asioita. Joissain tapauksissa näkövammaisten opetuksen osaaminen oli vajavaista, eivätkä opettajat välttämättä huomioineet oppilaan näkövammaa hankkiessaan tai luodessaan oppimateriaalia.¹⁸ Tällainen tilanne on valitettavasti mahdollinen, jos esimerkiksi näkövammaista oppilasta opettavalla aineenopettajalla ei ole kokemusta näkövammasta tai tarvittavaa osaamista ja tukea näkövammaisen oppilaan opettamiseksi. Vaikka Suomessa onkin tarjolla tukea myös näkövammaisten oppilaiden opettajille, voi ainekohtaisen opetuksen mukauttaminen näkövammaiselle oppilaalle sopivaksi olla hyvin haastavaa. Tästä syystä tarvitaan myös yksityiskohtaisia ohjeita, työvälineitä ja metodeja oppiainekohtaisesti, jotta voimme mahdollistaa myös jokaiselle näkövammaiselle tasavertaisen mahdollisuuden oppia, opiskella sekä mahdollisesti työllistyä.

Edellä mainitussa ruotsalaisessa tutkimuksessa ilmeni myös, että useimmat vanhemmat haluavat näkövammaiselta nuorelta vaadittavan yhtä paljon kuin näkevältä, jos kognitiiviset kyvyt ovat muuten samalla tasolla. Näkövammaisella ja varsinkin sokealla oppilaalla menee usein huomattavasti pidempi aika oppia samat asiat kuin näkeväällä, mikä joskus johtaakin siihen, että vaatimuksia mukautetaan johtuen oppilaan vammasta. Tämä aiheutti monille

opettajille epävarmuutta siitä, onko heidän arviointinsa reilua ja tasavertaista kaikkia oppilaita kohtaan. Tämä saattaa näkyä oppilaiden jatko-opinnoissa. Jos heitä ei ole aiemmin arvioitu samoin kriteerein kuin näkeviä, saattavat heidän odotuksensa niin sisällöistä kuin omasta menestyksestä olla epärealistisia.¹⁸

3.5 Näkövammaisen oppilaan apuvälineet

Näkövammaisella on Maailman terveysjärjestön määritelmän mukaan heikentynyt näkökyky tai näöntarkkuus myös taittovirheen korjauksen jälkeen.¹ Yleisesti heikkonäköisyyden ja sokeuden erona pidetään sitä, että heikkonäköinen pystyy toimimaan näköaistinsa varassa päivittäisissä toimissaan, mutta tarkkoja rajoituksia on kuitenkin lähes mahdotonta tehdä näkövammaisen yksilöllisyyden takia. Esimerkiksi joku näkövammaisen saattaa pystyä liikkumaan täysin normaalisti, mutta ei kykene lukemaan tekstiä näköaistinsa avulla. Toisella henkilöllä saattaa taas olla täysin päinvastainen tilanne. Henkilön vammaisuutta määrittääkin enemmän se, mitä ympäristö vaatii toimijalta. Näkövammaisen koululaisen tai opiskelijan kohdalla tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että erotus tehdään pääasiallisten opiskelutekniikoiden perustella. Sokeat käyttävät pääasiassa muita aistejaan opiskelussaan, kun taas heikkonäköiset pystyvät opiskelemaan näkönsä varassa esimerkiksi suurentavien laitteiden avulla. Tämäkin rajaus on tavallaan hieman keinotekoinen, koska monet heikkonäköisetkin hyötyvät muihin aisteihin perustuvista opiskelutekniikoista, eikä heidän rajaamisensa niin kutsuttujen sokkotekniikoiden ulkopuolelle ole järkevää. Esimerkiksi jos lukeminen on vaivalloista, voi äänikirjan käyttäminen olla vähemmän väsyttävää.¹⁹

Useat näkövammaiset tarvitsevat elämässään erilaisia apuvälineitä. Apuvälineiden pääasiallinen tarkoitus on lisätä ihmisen toimintakykyä ja itsenäisyyttä ja tämän myötä parantaa ihmisen elämänlaatua. Näkövammaisten kannalta yksi merkittävimmistä apuvälineistä on tietotekniikka ja sen erilaiset sovellutukset. Tietotekniikka mahdollistaa näkövammaisen pääsyn internetiin ja samaan informaatioon kuin näkevätkin. Se helpottaa heidän kommunikointiaan ulkomaailmaan ja parantaa näkövammaisten itsenäisyyttä. Koulussa tämä näkyy siten, että suurin osa näkövammaisista oppilaista pystyy opiskelemaan tavallisessa koululuokassa inklusioperiaatteen mukaisesti.¹⁹

Näkökyvyn heikkenemisellä voi olla yksilön elämään useita epäedullisia vaikutuksia. Haasteellisemmän arjen lisäksi voi näkökyvyn puute tai sen menettäminen aiheuttaa niin psykologisia, sosiaalisia kuin taloudellisia ongelmia. Jos näitä ongelmia esiintyy, heikkenee

yksilön elämänlaatu. Näönpuutteen seurauksena voi henkilön itsetunto laskea ja he saattavat menettää osan omasta autonomiastaan. Tietotekniikka mahdollistaa useille näkövammaisille itsenäisen toimimisen muun muassa viestinnässä tai informaation hankinnassa. Tämä asettaa heidät lähemmäs samaa asemaa kuin näkevillä on.¹⁹

Kouluopetuksessa useille näkövammaisille tuottavat haasteita lukemiseen ja kirjoittamiseen liittyvät tehtävät. Varsinkin sellaiset heikkonäköiset oppilaat, jotka työskentelevät esimerkiksi suurentavien laitteiden avulla, kokevat tällaisissa tehtävissä usein haasteita. Tällaiset heikkonäköiset oppilaat voivat hyötyä suuresti tietotekniikan mahdollistamasta lisätuesta, kuten suurentavista ohjelmista tai samanlaisista ruudunlukuohjelmista, kuin millaisia sokeat oppilaat käyttävät. Erityisesti edellä mainittuun käyttöön sopivat hyvin ilmaiseksi saatavilla olevat ruudunlukuohjelmat, joista tunnetuin on NVDA.²⁰ Vaikka NVDA toimii pitkälti samoin kuin toinen yleinen ruudunlukuohjelma Job Access With Speech, eli JAWS, on sillä kemian opetuksen kannalta merkittävä puute. NVDA ei tue Vernierin LoggerPro-ohjelmistoa, kuten JAWS tukee.^{21,22} Muuhun käyttöön NVDA on kuitenkin pätevä ja toimiva ohjelmisto ja jotkut oppilaat pitävätkin sen käytöstä jopa enemmän kuin JAWS:n. Vaikka JAWS on maksullinen ohjelmisto, voitaneen sen hankinta perustella kelalle opiskelun kannalta välttämättömänä hankintana. Lisää JAWS:sta ja sen yhteensopivuudesta LoggerPro:n kanssa on kerrottu luvussa 4.3.1.

Ruudunlukuohjelman kanssa usein käytetään myös pistenäyttöä, joka liitetään tietokoneeseen. Pistenäyttö toimii siten, että se tuottaa käyttäjälleen pistekirjoituksella luettavaksi valitun rivin tietokoneen tai muun laitteen näytöltä, kuten esimerkiksi kuvassa 3. Varsinkin monet sokeat käyttävät pistenäyttöä, koska se mahdollistaa tarkan kirjoitusasun tarkastelemisen.¹⁹



Kuva 3. Esimerkki pistenäytöstä, jossa tunnustelualueella näkyy valkoisia nystyröitä. Tunnustelualue on yleensä samantapainen kaikissa pistenäytöissä, vaikka ulkoisesti pistenäytöt saattavatkin erota toisistaan.²³

Näkövammaisten oppilaiden ollessa koulussa he useimmiten tarvitsevat erityistä huomiota jossain vaiheessa koulunkäyntiään. Onkin tärkeää, että heitä opettavat opettajat tuntevat käytettävissä olevat resurssit ja välineet ja pystyvät tukemaan oppilasta niiden kanssa. Suomessa Oppimis- ja ohjauskeskus Valterista saatu tuki osaltaan keventää yksittäisten opettajien taakkaa.²⁴ Tämä tuki ei kuitenkaan poista sitä, että oppilas hyötyy siitä, että hänen opettajansa tiedostavat tämän rajoitteet ja pystyvät tukemaan häntä opiskelussaan. Tätä kautta pystytään rakentamaan hyvä pedagoginen suhde, jolloin oppilaan on aiempaa helpompaa saavuttaa täysi potentiaalinsa.¹⁹

Erilaisten apuvälineiden tarkoitus on tuoda näkövammaiset oppilaat mahdollisimman lähelle samaa asemaa kuin heidän näkevät vertaisensa. Tietotekniikka apuvälineenä mahdollistaa näkövammaisille pääsyn tietoon ja samoin kuin näkeville vertaisilleen sekä samankaltaisen mahdollisuuden kommunikointiin. Tämän ansiosta näkövammaiset oppilaat pystyvät sopeutumaan paremmin tavallisiin oppimisprosesseihin ja vähentämään näkövammasta johtuvaa erilaisuutta, jolla voi olla suuri merkitys myös oppilaiden sosiaaliseen inklusioon koululuokassa.¹⁹

3.6 Näkövamman vaikutus jatko-opintoihin

Tämän tutkimuksen keskittyessä peruskoulun ja lukion aikaiseen opetukseen, on kuitenkin tärkeää pohtia, millaisia vaikutuksia näkövammaisen nuoren koulussa viettämällä ajalla on hänen elämäänsä myös pidemmällä tähtäimellä, kuten jatko-opinnoissa tai työelämässä. Tilastojen mukaan näkövammaiset nuoret suorittavat korkeakoulututkinnon harvemmin kuin näkevät ja myös työllistyminen on näkövammaisilla nuorilla matalammalla tasolla kuin näkeville. Eräs tekijä, jonka on arveltu vaikuttavan opintojen keskeyttämiseen, on etteivät useat nuoret näkövammaiset koe integroituneensa sosiaalisesti opiskelumaailmaan. Useilla näkövammaisilla nuorilla ei välttämättä ole ollut mahdollisuutta kehittää omia sosiaalisia taitojaan ikäistensä kanssa, koska heitä on saatettu esimerkiksi kohdella kotona ylisuojelevasti, eivätkä he välttämättä ole päässeet mukaan muiden nuorten toimintaan. Olisikin tärkeää, että nuoret pääsisivät harjoittelemaan sosiaalisia taitojaan jo peruskoulun ja lukion aikana, koska korkeakoulussa sosiaaliset taidot ja niiden mahdollisesti mukanaan tuoma joukkoon kuuluvuuden tunne voi olla merkittävä tekijä siinä, että nuori suorittaa opintonsa loppuun asti.²⁵

Näkövammaisille nuorille oma perhe on useimmiten tärkein tuki. Näkövammaiset nuoret asuvat keskimäärin pidempään vanhempiensa luona ja omilleen muuttamisen jälkeenkin näkövammaiset asuvat useammin yksin kuin näkevät ikäisensä.^{1,7} Perheen merkittävä rooli nuoren elämässä ei itsessään ole huono asia, mutta se voi pahimmillaan johtaa siihen, ettei nuori joudu sellaisiin sosiaalisiin tilanteisiin, jossa hänen täytyisi toimia itsenäisesti. Tämä voi heijastua nuoren sosiaalisiin taitoihin myöhemmässä vaiheessa elämää.²⁵

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa haastatellut näkövammaiset korkeakouluopiskelijat nostivat esiin tekijöitä, jotka heidän mielestään vaikeuttivat heidän sosiaalista integraatiotaan collegessa. Collegen likimain vastaava nimitys Suomessa on korkeakoulu, jolla tarkoitetaan ammattikorkeakouluja sekä yliopistoja. Erona Suomen korkeakouluihin, collegessa suoritetaan pääasiassa alempia korkeakoulututkintoja. Opintojensa aikana merkittäviksi haasteiksi nuoret mainitsivat paikkojen välillä liikkumisen näkövammaisena sekä opintojen ulkopuolisten tapahtumien aikataulut. Suurin osa kyseiseen tutkimukseen vastanneista opiskelijoista halusi olla itsenäisiä, eivätkä he halunneet rasittaa perhettään tai asuintovereitaan pyytämällä heiltä jatkuvasti apua liikkumiseensa. Julkisten kulkuvälineiden osalta taas vastaajien mukaan saattoi ongelmaksi muodostua kulkuvälineiden aikataulut, jotka eivät sopineet yhteen vapaa-ajan menojen aikataulujen kanssa. On kuitenkin tämän työn kannalta huomattavaa, että tutkimus johon viitataan, on julkaistu vuonna 1999 ja tutkimus keskittyi yhdysvaltalaisiin korkeakouluihin ja niiden opiskelijoina oleviin näkövammaisiin. Vastaavaa tutkimusta ei ole

tammikuussa 2021 olevan tiedon mukaan tehty Suomen korkeakouluissa opiskelevista näkövammaisista.²⁵

Jotkut korkeakouluun opiskelemaan lähteneet näkövammaiset kertovat tutkimuksessa, kuinka suuri muutos college oli aiempaan elämään, jota he olivat eläneet. Aikaisemmin he olivat asuneet pääasiassa kotonaan tai lähellä perhettään, josta he saivat tukea tarvittaessa. Myös koulussa heidän tarpeitaan oli huomioitu, mutta collegessa he kokivat, että heidän täytyy pärjätä itsenäisesti. Osa myös kommentoi, että he eivät ikinä olleet päässeet mukaan lukioaikaiseen koulukulttuuriin, mutta collegessa ihmisten monimuotoisuuden määrä oli niin suuri, että he eivät kokeneet erottuvansa näkövammansa vuoksi. Moni myös kommentoi, että heidän kohdallaan oli tärkeää olla itse aktiivinen, kun he kohtasivat toisia opiskelijoita. He olivat näin toimiessaan kokeneet kuuluvansa yhteisöön ja saaneensa toisista opiskelijoista tasavertaisia ystäviä.²⁵

Näkövammaisia nuoria tulisi kannustaa sellaisiin sosiaalisiin tilanteisiin, joissa he saavat harjoitella sosiaalisia taitojaan ikäistensä kanssa. Tähän yksi luonnollinen vaihtoehto on koulu, missä olisi tärkeää, että sosiaalisia tilanteita tulisi nuorilla vastaan muutenkin, kuin pakotettuna tilanteena oppitunnilla. Olisi myös hyvä, jos nuori pääsisi opettelemaan taitoja esimerkiksi järjestöissä, seurakunnissa tai muiden toimijoiden kautta, joissa voi tehdä vapaaehtoistyötä. Vapaaehtoistyö toimii myös hyvänä työkokemuksena, jolla on tilastojen mukaan positiivinen vaikutus nuoren työllistymiseen.^{6,25}

4 Kokeellinen työskentely kemian opetuksessa

Kokeellinen työskentely on vakiintunut merkittäväksi osaksi kemian opetusta. Suurin osa kemian opettajista kokee kokeellisen työskentelyn olevan perustavanlaatuinen osa heidän opetustaan, ja monet pyrkivät käyttämään kokeellisuutta runsaasti oppituntien aikana. Eräs määritelmä kokeelliselle työskentelylle on, että kokeellisessa työskentelyssä oppilas saa ensikäden tietoa tutkittavasta ilmiöstä. Tämä ensikäden tieto voi olla esimerkiksi oppilaan tekemiä havaintoja tai havainnoista tehtyjä päätelmiä tai laskuja. Näin määriteltynä pidetään yleisimpinä työtapoina opettajan tekemiä demonstraatioita, oppilastyönä tehtäviä kokeita ja avoimia oppilaiden tekemiä tutkimuksia. Kaikkien määritelmien mukaan virtuaaliset mallinnukset, kuten simulaatiot tai videot, eivät ole kokeellisen työn muotoja, vaikkakin tästä esiintyy myös eriäviä mielipiteitä.²⁶

Kokeellisen työn asema kemian opiskelussa on normalisoitunut, mikä on johtanut siihen, että kokeellisuutta saatetaan käyttää oppitunneilla ikään kuin kemian opetuksen perinteenä sen sijaan, että pohdittaisiin tarkemmin syitä kokeellisuudelle. Joissain tapauksissa kokeellisuutta saatetaan jopa kohdella lähes universaalina ratkaisuna oppilaan oppimisvaikeuksiin.²⁶

4.1 Erilaiset työtavat

4.1.1 Demonstraatio

Demonstraatioilla tarkoitetaan kokeellisen työskentelyn muotoa, jossa useimmiten opettaja tekee ilmiötä havainnollistavan työn ja oppilaat tekevät havaintoja. Tyypillinen demonstraatiotilanne sisältää opettajan esittämiä kysymyksiä oppilaille, kuten oppilaiden tekemän hypoteesin demonstraation lopputuloksesta tai oppilaiden ehdottamia selityksiä havainnoille. Useiden opettajien mielestä demonstraatiot mahdollistavat oppilaiden ajattelun herättelyn ja haastamisen ilman, että työskentelyyn tarvitsee käyttää paljoa aikaa. Jotkut ilmiöt ovat myös sellaisia, että niissä käytettävät tarvikkeet ovat liian vaarallisia oppilaiden käsiteltäväksi. Demonstraatio on usein myös halpa vaihtoehto verrattuna oppilastyöhön. Vahvasti opettajavetoinen demonstraatio tarjoaa myös vaihtoehdon siirtyä suoraan käsittelemään ilmiön teoriaa, joten sitä voidaan käyttää uuden aiheen esittelyä. On myös hyvä, että oppilaat näkevät välineiden käyttöä ennen kuin heidän tarvitsee niitä itse osata käyttää.²⁶ Näkövammaisen oppilaan kannalta demonstraatiot ovat haaste, koska usein demonstraatio tehdään luokan edessä ja havainnot ovat visuaalisia, kuten värin vaihtuminen tai savun muodostuminen. Jos luokassa on näkövammaisen oppilas, voikin pohtia olisiko olemassa aiheeseen sopiva demonstraatio, jossa olisi myös muilla aisteilla havaittavia asioita, kuten ääni tai selkeä lämpötilan muuttuminen.

4.1.2 Suljettu oppilastyö

Suljetussa oppilastyössä oppilaat suorittavat kokeen annetun ohjeen mukaan. Ohje toimii ikään kuin työn reseptinä ja tarkoituksena on tehdä havaintoja työn aikana. Oppilastyössä oppilaat työskentelevät pareittain tai ryhmissä, minkä voidaan ajatella kehittävän yhteistyötaitoja. Tärkeänä erona demonstraatioon on se, että oppilaat tekevät työn pääasiassa itse, jolloin he joutuvat käyttämään kemian luokan välineitä ja kemikaaleja. Tämä on tärkeää, koska perusopetuksen opetussuunnitelman mukaan oppilaan tulisi pystyä toteuttamaan sekä suljettuja että avoimia tutkimuksia, jolloin hänen täytyy myös osata käyttää välineitä.¹¹ Oppilastyöt tarjoavat mahdollisuuden opetella näitä taitoja. Suljetussa oppilastyössä voi kuitenkin

muodostua haasteeksi se, että oppilaiden kokonaiskuvan hahmottaminen kärsii, kun keskittyminen suuntautuu työn mekaaniseen suorittamiseen. Tästä syystä onkin tärkeää, että työt suunnitellaan hyvin ja oppilaita ohjataan hahmottamaan kokonaisuutta.²⁶

Suljetussa oppilastyössä tulisi oppia taitoja, joita voisi käyttää avoimemmassa tutkimuksessa. Näkövammaisen oppilaan kannalta tämä voi muodostua haasteelliseksi, jos saatavilla ei ole välineitä, joilla näkövammaisen pystyisi työn suorittamaan. Tästä syystä onkin erityisen tärkeää, että opettajalla on selkeä käsitys mitä työn tekemisellä tavoitellaan, koska on opettajan tehtävä varmistaa, että kaikki oppilaat saavat mahdollisuuden tavoitteiden saavuttamiseen.^{10,11,26}

4.1.3 Avoin oppilastyö

Avoimessa oppilastyössä on tarkoituksena, että oppilaat tekevät itse kokonaisen tutkimuksen valitusta aiheesta. Avoin työ voidaan toteuttaa eri tavoin, mutta yleisenä tapana on, että oppilaat tekevät tutkimuksessa itse taustatyötä ja selvittävät miten tutkittavaa asiaa voidaan selvittää. Tavoitteena on, että oppilaiden kokonaiskuva aiheesta muodostuu paremmaksi ja aihetta pyritään ymmärtämään. Avoin tutkimus haastaa soveltamaan aiemmin opittuja taitoja ja tietoja ja etsimään ratkaisuja ongelmaan. Sitä usein pidetäänkin lähimpänä vastineena niin sanotulle oikealle kemialle ja se kehittääkin oppilaiden ajattelua, prosessitaitoja, yhteistyötaitoja ja kemian osaamista. Kaikki opettajat eivät kuitenkaan ole yksimielisiä avoimen tutkimustyön tarjoamasta hyödystä suhteutettuna siihen käytettävään aikaan. Avoimena tehtävä tutkimus vaatii merkittävästi enemmän aikaa kuin suljettu oppilastyö, koska oppilaat muodostavat prosessin itse valmiin reseptin sijaan. Tästä on seurauksena se, että varsinkin prosessin alkuvaiheessa oppilaat viettävät hyvin paljon aikaa makrotasolla, eikä haluttuihin kemian sisältöihin välttämättä jää tarpeeksi aikaa. Ryhmät myös ovat usein eri vaiheissa työtä, jolloin kokonaisuuden hallinta on haastavaa.²⁶

Näkövammaisen oppilaan kannalta avoin työskentely voi helpottaa täysipainoista osallistumista työskentelyyn, koska osa työstä tehdään samantapaisilla keinoilla kuin muissakin oppiaineissa. Täysipainoinen osallistuminen kuitenkin edellyttää, että oppilas pystyy hahmottamaan tiettyjä osia käsiteltävästä kokonaisuudesta. Näkövammaisen oppilaan kohdalla tämä korostuu, koska nämä taidot saattavat jäädä vajavaisemmaksi kuin näkevilla ja näkövammaisen oppilaan on yleensä haastavampaa hahmottaa suuria kokonaisuuksia. Tämä

voi olla seurausta esimerkiksi sopivien välineiden puuttumisesta tai näkövammaiselle sopimattomien menetelmien käytöstä aiemmin tapahtuneen opetuksen aikana.

4.2 Kemiällisen tiedon kolme tasoa opetuksessa

Kemia on tieteenä hyvin abstrakti ja monimutkainen. Tämän vuoksi kemiaan liittyy paljon virhekäsityksiä. Monimutkaisuus välittyy väistämättä myös kemian opetukseen, joka on osaltaan ollut aiheuttamassa oppilaille syntyneitä virhekäsityksiä liittyen kemian käsitteisiin ja ymmärtämiseen. Kemian abstraktiuden vuoksi on kemiaa opetettaessa käytännössä pakko käyttää erilaisia malleja ja vertauksia. Lisäksi kemiassa käytetään erilaisia symboleja, joilla pyritään kuvaamaan kemian sitä osaa, jota emme voi omilla aisteillamme havaita. Usein puhutaankin kemiällisen tiedon kolmesta tasosta, jotka ovat makroskooppinen taso, mikroskooppinen taso ja symbolinen taso.²⁷

Opetuksessa kemiällisen tiedon eri tasot tuovat mukanaan haasteen, koska kemian opettaja on tottunut liikkumaan saumattomasti kaikkien kolmen tason välillä, mutta oppilaat eivät ole siihen tottuneet. Makroskooppisella tasolla tarkoitetaan sitä kemian osaa, jota pystytään havainnoimaan ihmisen aistein, mikroskooppisella tasolla tarkastellaan atomi- ja molekyyalitasolla tapahtuvia asioita, kun taas symbolinen taso kattaa kemian kuvaamisen symbolein ja merkein. Kemian kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen tarvitaan kaikkien kolmen tason hallintaa, mutta jotta tämä onnistuisi, olisi opiskelun alkuvaiheessa hyvä keskittyä vain yhteen kemian tasoon kerrallaan, koska useamman tason yhtäaikainen hallinta voi olla noviiseille oppilaille liian vaativaa.²⁷

Kokeellisessa kemian opetuksessa tavoitellaan, että oppilaat havainnoivat kemian ilmiötä, eli toimivat makroskooppisella tasolla. Usein kuitenkin oppilaita pyydetään selittämään ilmiötä mikroskooppisella tai symbolisella tasolla, mikä on oppilaille haastavaa. Lisäksi mikroskooppinen selitys saattaa oppilaiden mielestä olla ristiriidassa makroskooppisten havaintojen kanssa. Myös jotta oppilas ymmärtää mikroskooppista tasoa, täytyy oppilaan kyetä omaksumaan sille jonkinlainen malli tai vertaus, eli aihe täytyy pystyä liittämään johonkin, joka on itselle jo valmiiksi tuttua. Tästä syystä olisikin tärkeää käyttää kemiaa kuvatessa oppilaille tuttuja asioita ja esineitä.²⁷ Erityisen tärkeää tämä on näkövammaisen oppilaan kannalta, jolla ei välttämättä ole kykyä hahmottaa asioita, joiden kanssa hän ei ole ollut suorassa kontaktissa eli käytännön tasolla koskenut johonkin. Näkövammaisen esimerkiksi ei välttämättä tunnista kuvaa tutusta esineestä, koska kuva on tehty visuaalisen havainnon pohjalta.

4.3 Kokeellisuuden vaikutus oppilaiden motivaatioon

Eräs yleisesti käytetty perustelu kokeellisuuden käyttämiselle kemian opetuksessa on sen vaikutus oppilaiden suhtautumiseen kemian opiskeluun. Usein ajatellaan, että vapaamuotoisempi ja vähemmän formaali opetustapa herättää oppilaiden mielenkiintoa oppiainetta kohtaan. Kokeellisen opetuksen ajatellaan olevan oppilaiden mielestä mielekkäämpää ja mukavampaa verrattuna opettajavetoiseen teorian käsittelyyn. Tälle käsitykselle löytyy tukea kemian opetuksen tutkimuksen alalta. Kokeellisessa työssä opittavien taitojen lisäksi on todettu merkittävää korrelaatiota oppilaiden osallisuuden kokemuksen ja positiivisen suhtautumisen välillä. Pääsääntöisesti enemmän opetuksessa tapahtuvaan toimintaan osallistuvilla oppilaille on positiivisempi kuva kemiasta oppiaineena ja kemian kokeellisesta työskentelystä verrattuna sellaisiin oppilaisiin, joita ei osallisteta oppitunnin aikana yhtä paljon. Erityisen selvästi tämä näkyy vertaillessa avointen oppilastöiden ja suljettujen niin sanottujen reseptityyppisten töiden tehneiden oppilaiden näkemyksiä asiasta.^{28,29}

Kokeellisen työskentelyn käyttö kemian opetuksessa voi parantaa oppilaiden oppimistuloksia. Yksi selittävä tekijä voi olla oppimisympäristön muutos teoriapainotteisesta lähemmäs käytäntöä. Toisaalta kokeellisessa työskentelyssä oppilaiden vuorovaikutus toisten oppilaiden ja opettajan kanssa nousee suurempaan rooliin kuin luento-opetuksessa. Runsas sosiaalinen vuorovaikutus voi luoda luokkaan vapaamman ja positiivisemmän ilmapiirin, joka edistää oppimista.²⁸ Varsinkin tyypillisessä peruskoulussa kemian ryhmät ovat usein varsin heterogeenisiä erilaisten oppijoiden suhteen, jolloin on tärkeää, että oppitunneille luodaan erilaisia taitoja ja taipumuksia vaativia tilanteita. Näin pyritään maksimoimaan oppilaiden määrä, jotka saivat itselleen sopivaa aktiviteettia opetuksen aikana.

Vaikka kokeellisen työskentelyn vaikutus oppilaiden suhtautumiseen on suhteellisen kiistämätöntä, ei vaikutuksen suuruus kuitenkaan ole yleistettävissä. Esimerkiksi oppilaan ikä ja tavoitteet vaikuttavat merkittävästi koettuun vaikutukseen, samoin kuin opetuksessa käytetyt kokeelliset työt. Oppilaalla voi olla esimerkiksi selkeä tavoite, mitä kohti hän haluaa edetä ja kokee, ettei kokeellinen kemian työskentely edistä hänen tavoitettaan. Vaikka kokeellinen työskentely onkin hyvä väline kemian opetuksessa, ei sitä kuitenkaan voida pitää universaalina keinona opettaa kaikkia kemian sisältöjä. On kuitenkin merkittävää, että tutkimuksesta löytyy myös näyttöä muiden merkittävien taitojen oppimisesta ja kehittämisestä kokeellisessa työskentelyssä. Motoristen taitojen lisäksi varsinkin avoimemmassa oppilastyössä kehittyvät merkittävästi oppilaan ongelmanratkaisukyky, tutkimustaidot ja loogisen päättelyn taidot.

Nämä opitut taidot eivät ole rajoittuneita pelkästään kemiaan tai muihin luonnontieteisiin, vaan niitä tarvitaan hyvin monella elämän osa-alueella.²⁸ Onkin tärkeää, että jokainen oppilas saisi mahdollisuuden kehittää näitä taitoja koulussa, myös kemian oppitunnilla. Tästä syystä opettajan tulisikin käyttää kokeellisuutta tilanteissa, joissa sen käytöstä saadaan selkeää lisäarvoa opetukseen ja pyrkiä suunnittelemaan työn suoritus siten, että kaikki oppilaat pystyvät osallistumaan työn teon kaikkiin vaiheisiin.

4.4 Yhteistyötaidot kokeellisessa opetuksessa

Useimmiten kemian oppilastyöt tehdään ryhmissä tai vähintäänkin parin kanssa. Tämä tapa toimia tekee kokeellisesta työskentelystä oppimisympäristön myös muille taidoille, kuin puhtaasti kemian osaamiselle. Yhteistyötaidot ovat tärkeässä roolissa työelämässä, joten niiden oppiminen jo koulussa voikin olla erittäin arvokasta. Kemian oppilastöiden tapauksessa täytyy oppilaiden olla jatkuvasti vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, jotta he pystyvät edistämään työtä. He joutuvat perustelevaan omat näkemyksensä ja tekemään kollektiivisen päätöksen ryhmän etenemisestä työssä.^{29,30}

Erilaisten oppilastöiden välillä on eroja siinä, miten paljon ja millä tavoin oppilaat vuorovaikuttavat toistensa ja opettajan kanssa. Suljetussa oppilastyössä on tyypillisempää, että opettajalle esitetään kysymyksiä työn suorittamiseen liittyen, kun taas avoimessa tutkimustyyppisessä työssä vastaavat kysymykset kohdistuvat useammin ryhmän muihin jäseniin, jotka vastaavat kysyjälle. On myös huomattavaa, että jotta oppilas pystyy vastaamaan toisen oppilaan esittämään kysymyksen, täytyy tämän myös itse ymmärtää aihe, johon hän vastaa.^{29,30} Vaikka erään tehdyn tutkimuksen mukaan oppilaiden keskustelut saattavat olla lähes täysin kemian sisältöihin liittymättömiä, ei niitä välttämättä voida pitää merkityksettöminä. Sosiaalisten taitojen kehittäminen on oppilaiden kannalta ehdottoman tärkeää tulevaisuutta ajatellen ja myös siksi tulisi jokaisella oppilaalla olla mahdollisuus toimia osana ryhmää. Tämän koulut pystyvät tarjoamaan.

4.5 Tutkimustaidot kokeellisessa opetuksessa

Suomessa opetussuunnitelman perusteissa on kirjattu tavoitteeksi oppilaiden kyky tehdä pienimuotoinen tutkimus kemian oppiaineessa.¹¹ Erityisesti avoimen oppilaiden tekemän tutkimustyön kohdalla nousevat merkittäviksi taidoiksi erilaiset tutkimuksen tekemisen taidot, joihin kuuluvat niin sanotut prosessitaidot sekä kädentaidot. Prosessitaidoilla tarkoitetaan

sellaisia taitoja, joita tarvitaan tutkimuksen suunnittelussa, eteenpäinviemisessä ja raportoimisessa, mutta eivät kuitenkaan liity suoraan mekaaniseen kokeellisen työn tekemiseen. Kädentaidoilla taas tarkoitetaan kykyä käyttää tutkimuksessa tarvittavaa välineistöä ja aineita oikealla tavalla ja turvallisesti. Kaikkia näitä taitoja oppilaat tarvitsevat tutkimustyön tekemisessä, joten heillä täytyy myös olla mahdollisuus harjoitella tarvitsemiaan taitoja, varsinkin jos ne on kirjattu opetussuunnitelmaan.^{29,31}

Oppilaiden alkaessa suunnitella tutkimustaan, täytyy heidän etsiä työhön liittyvää taustatietoa. Tässä vaiheessa nousee suureen merkitykseen monilukutaidon merkitys, joka on myös kirjattu opetussuunnitelman perusteisiin laaja-alaisissa osaamisalueissa. Useimmiten myös jossain vaiheessa työtä nousee esiin ongelmia. Näissä tilanteissa oppilaat pääsevät kehittämään ongelmanratkaisukykyjään ja opettajan roolina voi olla ohjata oppilasryhmää oikeaan suuntaan. Ongelmanratkaisukyky on taito, josta lähes kaikille on hyötyä myöhemmin elämässä. Tämän vuoksi sen harjoittelu turvallisessa ympäristössä, kuten esimerkiksi koulussa onkin tärkeää.^{29,31}

Suorittaessaan tutkimuksensa kokeellista osuutta täytyy oppilaille olla tarvittava osaaminen, tai vähintään kyky omaksua nopeasti tarvittava osaaminen käyttää laitteita ja muita tarvikkeita, kuten luokan kemikaaleja. Nämä taidot ovat hyvin ominaisia luonnontieteille, mutta muissa oppiaineissa ei kyseisiä taitoja välttämättä tarvita. Kemian oppimisen ja ymmärtämisen kannalta on kuitenkin tärkeää tehdä kokeellisuutta, jolloin kemian kädentaitojen merkitys on suuri. Kokeellisen työn taitoja kuitenkin oppii kunnolla vain tekemällä kokeellisia töitä.^{26,29,31}

Koska kemian oppitunnilla kokeellisuuden tarkoituksena on yrittää mallintaa aitoa kemian tutkimusta, täytyy oppilaiden pystyä raportoimaan työskentelystään ja työnsä tuloksista. Tämän tehdäksään heidän täytyy vähintäänkin pystyä havainnoimaan koetta, jota tehdään ja tulkitsemaan havaintojaan. Nämä ovat kemian ymmärtämisen kannalta oleellisia osia kokeellisuutta.³¹ Näkövammaisen oppilaan kohdalla nousee merkittäväksi kohdaksi havainnointi. Jotta havaintoja pystyy tulkitsemaan, täytyy ensin pystyä tekemään havainto jota tulkita. Havainnointi ei kuitenkaan aina ole näkövammaiselle oppilaalle mahdollista, jolloin hän jää paitsi tärkeästä osasta sitä, millä pyritään havainnollistamaan kemian luonnetta sekä sen tutkimuksen luonnetta.

5 Näkövammaisen oppilas kemian opetuksessa

5.1 Opettajan toiminta näkövammaisen oppilaan kemian opetuksessa

Kun kemian tunnille saapuu näkövammaisen oppilas, on hyvä ymmärtää tekijöitä, jotka vaikuttavat tämän elämään, oppimiseen ja käsitykseen ympäröivästä maailmasta. Erityisen haasteen näkeville opettajalle tuottavat syntymästään asti sokeat oppilaat. Tällaiselle ihmiselle maailma on hyvin konkreettinen eikä siihen juuri kuulu abstrakteja käsitteitä. Heidän käsityksensä maailmasta koostuu asioista, joihin heillä on ollut suora kontakti ja heidän saattaa olla vaikeaa ymmärtää esimerkiksi jostain esineestä, johon he eivät ole ikinä koskeneet. Näkevä ihminen kerää näköaistinsa kautta suuren määrän informaatiota, jota yhdistetään muuhun saatuun informaatioon. Näköaistin puuttuessa joudutaan tämä valtava informaatiomäärä korvaamaan muiden aistien antamalla informaatiolla.³²

Näkövammaisen oppilaan kannalta on tärkeää, että opettaja huomioi omassa toiminnassaan tämän tarpeet ja mukauttaa opetustaan sen mukaisesti. On kuitenkin tärkeää huomata, että näkövammaisia tukevat muutokset opetuksessa voivat hyödyttää myös näkeviä oppilaita. Yksi merkittävä toimintatavallinen keino näkövammaisen huomiointiin on kaiken käsitellyn sanoittaminen ja nimeäminen. Sen sijaan että käytettäisiin pronomineja kuten “tämä”, “tuo”, “sinne”, nimetään tai kuvaillaan kohteet, joista puhutaan. Tämä helpottaa näkövammaista muodostamaan kokonaiskuvan tilanteesta ja voi myös hyödyttää koko oppilasryhmää. Samoin jos käytetään esimerkkejä kuvaamaan käsiteltävää asiaa, on parempi käyttää konkreettista asiaa tai esinettä, jota voi tunnustella sen sijaan että käytettäisiin asian ilmaisemiseen kuvaa. Varsinkin näkövammaiselle oppilaalle voi kuva esineestä olla abstrakti ja lähes tunnistamaton vaikka itse esine olisikin tuttu.³²

Yleisenä ohjenuorana opetukseen tai välineisiin mukautuksia tehdessä pyritään siihen, että tehdyt mukautukset ovat mahdollisimman pieniä, joilla oppilas pystyy toimimaan mahdollisimman hyvin. Varsinkin mukautukset, jotka tehdään yksittäisen oppilaan työskentelyyn, materiaaleihin tai välineisiin korostavat näkövammaisen vammaisuutta ja voivat vaikuttaa negatiivisesti tämän sosiaaliseen kanssakäymiseen vertaistensa kanssa. Toisaalta jokin mukautus voi soveltua kaikille oppilaille, jolloin kaikki oppilaat ovat lähtökohtaisesti samassa asemassa ja voivat jopa hyötyä tehdystä muutoksesta. Peruskoulun viimeisinä vuosina oppilaalla itsellään on jo usein kokemusta siitä, minkä tyyppiset mukautukset hänelle sopivat parhaiten opetuksessa ja mikä auttaa häntä eniten. Onkin hyväksi, että oppilaan kanssa keskustellaan sekä ennen kurssia että kurssin aikana, jotta pystytään mahdollistamaan tehokas ja oikein kohdistettu tuki näkövammaiselle oppilaalle.³²

Mukautettaessa opetusta ja materiaaleja voidaan pääpiirteittäin sanoa, että heikkonäköisen kohdalla pyritään maksimoimaan näön käyttö esimerkiksi muuttamalla kokoa, vähentämällä heijastusta, parantamalla valaistusta tai vahvistamalla kontrastia. Näistä yksikään ei kuitenkaan ole automaattisesti toimiva ratkaisu, vaan oppilas on yksilö, joka tarvitsee tietynlaisen mukautuksen. Tämä onkin tärkeä asia, josta kannattaa keskustella oppilaan kanssa. Sokealla oppilaalle taas pyritään tekemään mukautuksia, joilla stimuloidaan pääasiassa muita aisteja kuin näköaistia. Yleisimmin pyritään kuulo tai tuntoaistin stimulointiin.³²

5.2 Työturvallisuus

Näkövammaisten työskentelyyn laboratoriossa liittyy useita virhekäsityksiä. Vuonna 1981 tehdyssä tilastollisessa vertailussa ilmeni, että kun näkövammaiset ja näkevät työskentelivät samassa laboratoriossa samoissa tehtävissä, ei sattuneiden tapaturmien määrissä ollut juurikaan eroa näkevien ja näkövammaisten välillä. Tämä vahvisti aikoinaan käsitystä, että edistynyt työn organisointi ja suunnittelu parantaa merkittävästi vammaisten työskentelijöiden työturvallisuutta, ja mahdollistaa täysipainoisen työskentelyn.³³

Kokeelliseen työskentelyyn kemian tunnilla liittyvät työturvallisuustekijät ovat pääosin yhteneväisiä kaikille oppilaille. Näkövammaisen ja erityisesti sokean oppilaan on kuitenkin vaikea havaita mahdollisia riskitekijöitä, joten näkövammaisen oppilaan ollessa luokassa täytyy eri työturvallisuustekijöihin kiinnittää erityistä huomiota. Eri riskit on myös hyvä käydä oppilaan itsensä kanssa läpi. Suurimmat riskit työturvallisuuden kannalta liittyvät luokassa käytettäviin kemikaaleihin, töissä käytettäviin lämmityslaitteisiin sekä särkymisherkkiin astioihin.³²

Jotta näkövammaisen oppilas pystyy työskentelemään turvallisesti kemian luokassa, täytyy hänellä olla mahdollisuus tutustua luokkaan ja sen sisältöön. Koska sokea ihminen ei pysty muodostamaan kokonaiskuvaa ympäristöstään näkönsä avulla, täytyy hänen päästä tutustumaan hänen kannaltaan merkittäviin paikkoihin ja kulkureitteihin luokassa. Kalusteiden ja välineiden paikat olisi hyvä pyrkiä pitämään mahdollisimman vakiona, koska sokealle oppilaalle näin suuri muutos voi olla haastava. Sokean oppilaan ymmärrys ympäristöstään perustuu lähes täysin asioihin, joihin hänellä on ollut konkreettinen kosketus, jolloin suuret muutokset luokan järjestyksessä vähintäänkin hankaloittavat sokean työskentelyä.³² Luokassa liikkumista voi myös helpottaa oppilaan asemoinnilla luokassa, jolloin hänen ei tarvitse kulkea pitkiä matkoja esimerkiksi pulpettien välissä.

Kemian tunnilla käytettävät kemikaalit voivat olla väärin käytettynä vaarallisia, joten niiden käyttöön täytyy kiinnittää huomiota. Kemikaaleja olisi hyvä säilyttää siten, että kullakin kemikaalilla on oma paikkansa, eikä niiden paikkoja vaihdella tai niitä siirretä toiseen paikkaan. Lisäksi on ehdottoman tärkeää, että luokassa oppilaiden käytössä olevat kemikaaliastiat on merkitty. Sokeaa oppilasta varten voi astian merkitä esimerkiksi pistekirjoituksella ja oppilasta opastaa siihen, että astian sisältö täytyy aina tarkistaa astiassa olevasta merkinnästä. Aineiden pysyvän sijainnin tarkoitus on nopeuttaa oikean aineen löytämistä, mutta pelkkä paikkatieto ei riitä varmaksi tiedoksi astian sisällöstä. Heikkonäköisen oppilaan kannalta on hyvä varmistaa, että astioiden merkinnät ovat tarpeeksi suuria ja mielellään heijastamatonta materiaalia ja suurella kontrastilla kirjoitettua.³²

Toinen ilmeinen työturvallisuusriski kemian tunnilla on erilaisten lämmityslaitteiden käyttö kokeellisissa töissä. Peruskoulussa tämä tarkoittaa tavallisimmin kaasupoltinta, joka muodostaa palovamma- ja esineiden syttymisriskin. On siis kaikkien oppilaiden kohdalla tärkeää opetella käyttämään poltinta oikein ja siten mahdollisimman turvallisesti. Heikkonäköisen oppilaan kohdalla voidaan polttimen kuumenevat osat merkitä kirkkaalla lämmönkestävällä maalilla, joka voi auttaa havaitsemaan polttimen. Itse liekin havaitsemisen helpottamiseksi voidaan käyttää pientä metallista verkkoa, joka asetetaan polttimen liekin kohdalle ennen liekin sytyttämistä. Tavoitteena on, että verkko hehkuu lämmöstä, jolloin toiminnallista näköä omaava oppilas pystyy havaitsemaan liekin sijainnin. Lisäksi kolmijalan käyttö auttaa rajaamaan aluetta, jossa oppilas työskentelee. Oppilaan on hyvä oppia tunnistamaan polttimon tuottaman liekin ja sen sammumisen ääni sekä erottamaan liekin ääni pelkän kaasun äänestä. Lisäksi kannattaa käyttää pitkiä tulitikkuja, jolloin liekin sytyttäjän sormet pysyvät kauempana itse liekistä. Avoliekkiä turvallisempi vaihtoehto on lämpölevy, mutta ne vievät enemmän tilaa ja ovat hitaampia lämmityksen voimakkuuden säätelmissä, mikä voi muodostua haasteeksi, jos työn tekemiseen on vain vähän aikaa.³²

Kahden ilmeisen työturvallisuusriskin lisäksi on hyvä huomioida myös pienempiä tekijöitä, joilla helpotetaan oppilaan työskentelyä ja lisätään työturvallisuutta. Useat töissä käytettävät astiat ovat lasia ja siten helposti särkyviä. Niitä kannattaakin säilyttää siten, etteivät ne pääse kaatumaan tai tippumaan vahingossa. Astioita käytettäessä on hyvä pyrkiä siihen, etteivät ne pääse kaatumaan tai tippumaan pienestä kosketuksesta tai muuten vahingossa. Nesteiden mittaamisessa voi auttaa tunnetun kokoinen ruisku tai johtavuusmittari, joka ilmoittaa äänellä nesteen pinnan saavuttaessa mittarin. Ruiskun mäntään on myös voitu tehdä merkintöjä, joiden avulla oppilas pystyy mittaamaan halutun määrän nestettä. Samaan tarkoitukseen voidaan myös

käyttää kevyttä sauvaa tai vaikka puista kynää, jonka päähän on kiinnitetty nesteessä kelluva osa. Sauvaa käytetään aina tietyn kokoisessa ja muotoisessa astiassa, jolloin sauvaan tehtyjen merkintöjen avulla voidaan arvioida nesteen määrä astiassa. Sauvassa olevia merkintöjä siis tulkitaan astian reunan suhteen. Erilaisia astioita voidaan myös käyttää siten, että ne täytetään ensin täyteen, jonka jälkeen niistä poistetaan nestettä merkityllä pipetillä, kunnes astiassa on haluttu määrä liuosta. Tällöin pipettiin on merkitty se, kuinka syvälle astiaan pipetti täytyy asettaa.^{32,34}

Nesteiden kaatamisessa astiaan auttaa suppilo, jolloin kohde on suurempi ja riskit nesteiden kaatumisesta pöydälle pienemmät. Mitä välineitä näkövammaisen oppilas käyttääkään, täytyy hänelle antaa aikaa tutustua niihin ja aikaa opetella niiden käyttöä sekä antaa hänelle opastusta välineiden oikeasta ja turvallisesta käytöstä, niin kuin näkevillekin. Näin näkövammaisenkin oppilas pystyy työskentelemään kemian tunnilla turvallisesti.³²

5.3 Tietotekniset apuvälineet

Sokeat ja näkövammaiset oppilaat joutuvat kohtaamaan useita haasteita kemian tunnilla. Koko tieteenalaa leimaa painottuminen visuaaliseen informaatioon ja visuaalisiin havaintoihin, eikä kemia tee tässä asiassa poikkeusta. Erityisesti kokeelliset työt kemiassa pohjautuvat erityisen paljon visuaalisiin havaintoihin ja tulkintoihin, mikä asettaa lähtökohtaisesti näkövammaiset oppilaat eriarvoiseen asemaan näkeviin vertaisiinsa nähden. Valtaosan havainnoista ollessa visuaalisia luonteeltaan, on näkövammaisten oppilaiden haastavaa osallistua täysipainoisesti kokeelliseen työskentelyyn. Jos heillä ei ole käytössään mukautettuja välineitä työskentelyyn, eivät he saa samaa pedagogista hyötyä kokeellisuudesta kuin näkevät oppilaat. Tämä asettaa näkövammaiset oppilaat eriarvoiseen asemaan oppitunnilla ja tätä epätasa-arvoa on tärkeää yrittää ainakin vähentää tai jopa poistaa.³³

5.3.1 JAWS-ruudunlukuohjelmisto ja LoggerPro-ohjelmisto

Jo 1980-luvulla on kehitetty apuvälineitä näkövammaisten laboratoriotyöskentelyyn. Pääasiassa nämä olivat välineitä, jotka muuttivat tekstiä tai numeroita puheeksi, jota näkövammaisen pystyy tulkitsemaan, mutta nykyään tietotekniikan kehitys mahdollistaa aiempaa monipuolisempia keinoja työskennellä laboratoriossa.³³ Vuonna 2021 lähes kaikilla näkövammaisilla oppilailta, jotka eivät pysty tukeutumaan näköönsä opiskelussaan, on käytössään tietokone. Useimmilla kouluilla on myös oppilaiden käytettävissä olevia

tietokoneita opiskelutarkoituksiin. Näkövammaiset oppilaat käyttävät tietokonetta ruudunlukuohjelmiston avulla, joka tuottaa yleisimmin puheäänien sekä pistekirjoitusta niin sanotulle pistenäytölle. Pistenäyttö on erillinen tietokoneeseen liitettävä laite, jossa pistekirjoitus tuotetaan pienillä muovisilla nystyröillä, jotka nousevat laitteesta sen lukualueella. Pistenäyttöjä on saatavilla useita erilaisia, mutta yhteistä niille on samankaltainen lukualue, johon pistekirjoitus muodostetaan. Esimerkki pistenäytöstä on esitetty aiemmin kuvassa 3, jossa näkyy lukualue ja sillä olevat muoviset nystyrät.

Vuonna 2007 eivät silloiset ruudunlukuohjelmat kyenneet vielä lukemaan dataa kemian töissä käytettävistä ohjelmistoista, mutta tätä kirjoitettaessa vuonna 2021 on tämä ominaisuus jo mahdollista toteuttaa. Näkövammaisten oppilaiden lisäksi voi ruudunlukuohjelmasta olla hyötyä myös muille oppilaille, kuten dysleksiasta tai lukihäiriöstä kärsiville. Yleisimpien ruudunlukuohjelmien lukunopeutta voi säätää, jolloin ohjelman toiminta voidaan säätää sopivaksi käyttäjän mukaan.³³

Yleisimmin käytetty ruudunlukuohjelmisto Windows-koneilla on Job Access With Speech, josta käytetään jatkossa lyhennettä JAWS.²¹ Kemian opetuksen kannalta JAWS on erityisen kiinnostava, koska se on yhteensopiva laitevalmistaja Vernierin LoggerPro-ohjelmiston kanssa. LoggerPro-ohjelmistoa käytetään keräämään dataa tietokoneelle ja sen avulla voi esimerkiksi piirtää kuvaajia.²² LoggerPro on myös osa lukion kokeissa ja ylioppilaskirjoituksissa käytettävää Abitti-ohjelmistoa.³⁵ Vuonna 2007 kirjoitettiin lisäosa JAWS:iin, jolla JAWS kykeni muuttamaan ääneksi tai pistekirjoitukseksi Vernierin laitteiden käyttämän LoggerPro-ohjelmiston sisältämää tekstiä ja numeroita. Tätä kirjoitettaessa vuonna 2021 on tämä toiminto saatavilla kaupallisesti ja sitä myy Independence Science.³⁶

Vernierin tuotevalikoimaan kuuluu muun muassa erilaisia antureita ja mittauslaitteita. Nämä välineet mahdollistavat datan keräämisen ja siirtämisen tietokoneelle, jolla dataa voidaan analysoida ja käsitellä. Välineet soveltuvat koulukäyttöön erityisesti töissä, joissa halutaan mitata tarkasti esimerkiksi happamuuden tai lämpötilan muutosta. Näkövammaisen oppilaan kannalta merkityksellisintä on kuitenkin se, että datan keräämiseen käytetty ohjelmisto LoggerPro on yhteensopiva ruudunlukuohjelma JAWS:n kanssa, jolloin mittalaitteiden tietokoneelle lähettämä tieto esimerkiksi liuoksen lämpötilasta on välittömästi myös näkövammaisen oppilaan käytettävissä samaan tapaan kuin näkeväälle oppilaalle. Tämä mahdollistaa näkövammaiselle oppilaalle aiempaa itsenäisemmän kokemuksen laboratoriotyöskentelystä.³³

Erilaisista rajoitteista kärsivät oppilaat ovat toimineet rajoitteidensa kanssa usein suuren osan elämästään. Useilla yksilöillä tämä harjaantuminen näkyy pitkälle kehittyneenä ongelmanratkaisukykyinä. Tämän ansiosta, heillä on suuri potentiaali olla merkityksellisiä toimijoita myös tiedeyhteisössä, joten onkin tärkeää mahdollistaa heidän kokeellinen työskentelynsä kehittämällä ja käyttämällä mukautettuja työvälineitä. Heille sopivien välineiden käytöllä voi olla merkittävä rooli kasvattamassa heidän itsevarmuuttaan toimia LUMAT-aloilla, eli luonnontieteiden, matematiikan ja tietotekniikan aloilla, sekä mahdollisesti päätyä näille aloille myös työelämässä.³³

5.3.2 NavMol-ohjelmisto

Inklusioperiaatteen yleistyttyä on yhteiskunnassa tullut painetta kehittää tapoja, joilla kaikki oppilaat saadaan mukaan tavalliseen opetukseen. Näkövammaisten kohdalla tämä tarkoittaa sekä uusia metodeja että uusia välineitä, joilla heille mahdollistetaan mahdollisimman tasa-arvoinen opetus. Kemia niin tieteenä kuin oppiaineenakin tarjoaa näkökulmia ja keinoja katsoa lähempää jokapäiväiseen elämään vaikuttavia ilmiöitä.³⁷

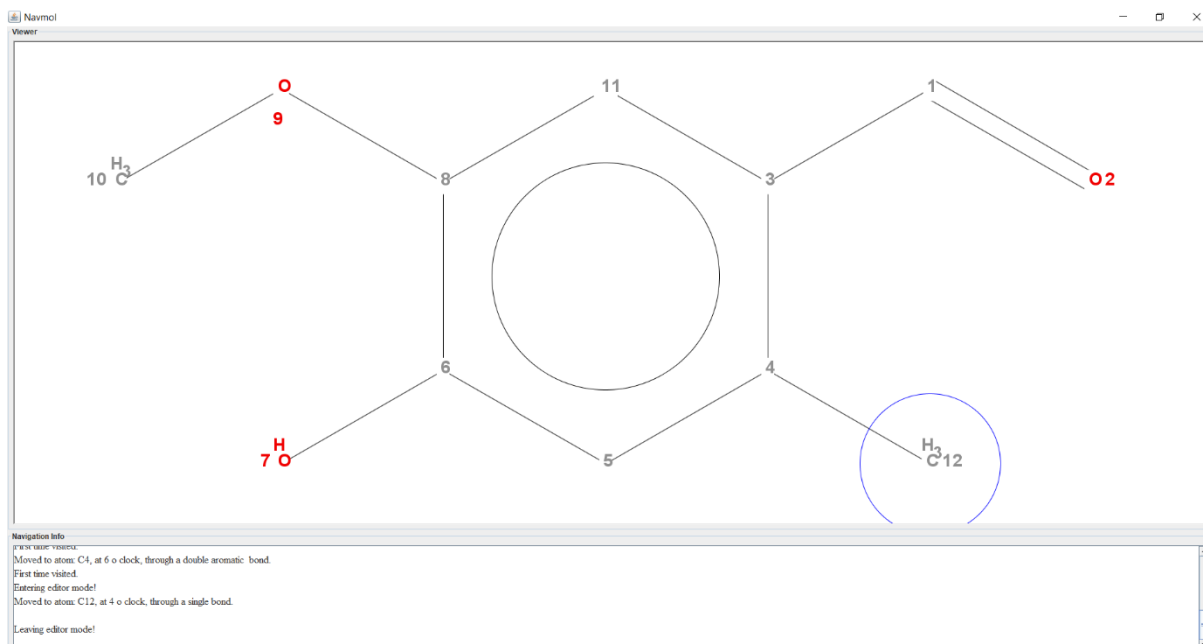
Taustaltaan, elämäkokemukseltaan ja lähestymistavaltaan monimuotoinen työvoima on arvostetussa roolissa, kun yritykset ja eri toimijat kilpailevat globaaleilla markkinoilla. Useat yritykset ja organisaatiot haluavatkin laajasti erilaisia työntekijöitä omiin tutkimusryhmiinsä, koska he haluavat varmistaa oman kilpailukykynsä markkinoilla. Tässä suhteessa näkövammaisten toimijoiden poissulkeminen, useasti jo koulutusvaiheessa, on ihmisten potentiaalın hukkaan heittämistä. Tästä syystä on tärkeää, että kehitetään välineitä, joiden avulla myös näkövammaiset voivat opiskella ja myöhemmin työllistyä.³⁷

Orgaanisessa kemiassa molekyylijä kuvataan usein viivamalleilla. Mallit auttavat luomaan käsityksen molekyylistä ja niiden rakenteesta, mikä on ehdottoman tärkeää orgaanisessa kemiassa. Näkövammaisten kannalta voimakkaasti visuaaliseen informaatioon nojaavien mallien käyttäminen on kuitenkin haaste, koska useat 3D-mallit ovat hitaita käyttää, kömpelöitä ja kalliita. Suomalaisessa peruskoulussa tämä ei välttämättä ole suuri ongelma, mutta on myös tärkeää tiedostaa informaatioteknologian tuomat mahdollisuudet myös kouluopetukseen. Kehittyneellä informaatioteknologialla on suuri vaikutus näkövammaisten elämään, eikä koulumaailmaa kannata jättää tässä ajattelussa ulkopuolelle.³⁷

Kemian kannalta merkittävimmät informaatioteknologian sovellutukset ovat tietokoneella toimivat ohjelmistot, jotka pystyvät analysoimaan ja tallentamaan informaatiota. Tähän sisältyy esimerkiksi molekyylien rakenteiden esittäminen kuvallisessa muodossa. Molekyylien tutkimista varten on kehitetty erityisesti näkövammaisille tarkoitettu ohjelmisto NavMol. Se mahdollistaa näkövammaiselle molekyylien tutkimisen, muokkaamisen ja tallentamisen.³⁷

NavMol-ohjelmistossa on sisäänrakennettuna puhesyntetisaattori. Ohjelmisto perustuu avoimen lähdekoodin ohjelmistokirjastoon, joka pitää sisällään erilaisia tietokoneella käytettäväksi tarkoitettuja työkaluja, ja myös NavMol itsessään toimii avoimen lähdekoodin pohjalta. Vuonna 2013 ohjelmiston itse tukemat kielet olivat englanti ja portugali, mutta se on yhteensopiva yleisimpien käytössä olevien Windows-ruudunlukuohjelmien, kuten JAWS:n tai NVDA:n kanssa, joten ohjelmaa pystyy käyttämään myös esimerkiksi suomeksi, vaikkakin jotkin ilmaisut saattavat pitää sisällään käännösvirheitä. Ohjelmiston kehityksessä on ollut mukana sellaisia näkövammaisia ihmisiä, jotka ovat opiskelleet luonnontieteitä lukiota vastaavissa opinnoissa, mutta eivät ole kemistejä, jolloin heidän kokemuksensa ovat lähempänä keskivertaisen lukio-opiskelijan kokemuksia, kuin kemiaa enemmän opiskelleiden.³⁷

NavMol-ohjelmistolla pystytään lataamaan esille haluttu molekyyli, jota voidaan tutkia tai muokata. Molekyylin tutkiminen tapahtuu liikkumalla atomin sidoksia pitkin atomi kerrallaan, jolloin ohjelma kertoo atomin paikan, siihen liittyneet atomit ja sidosten tyypit puheella sekä tekstikentässä. Helpottamaan kommunikaatiota näkövammaisen ja näkevän ihmisen välillä, esimerkiksi oppilaan ja opettajan välillä, on ohjelmaan liitetty kemian piirto-ohjelma JChemPaint, joka piirtää molekyylistä kuvan ja näyttää atomin, jonka kohdalla näkövammaisen on. Näkövammaisen käyttäjä voi liikkua molekyyliä pitkin ja näkevä ihminen vieressä voi seurata reaaliaikaisesti mitä tapahtuu. Ohjelma näkyy tietokoneen ruudulla kahdessa ikkunassa, joista ylemmässä on viivamallinen kuva ja alemmassa teksti, jonka ruudunlukuohjelma lukee. Esimerkki NavMol-ohjelmiston näkymästä on esitetty kuvassa 4.³⁷



Kuva 4: Näkymä NavMol-ohjelmistosta, jossa on esitetty vanilliinimolekyylä, johon on ohjelmiston muokkaustyökalulla lisätty metyyliryhmä. Lisätty metyyliryhmä näkyy kuvassa ohjelmiston kursorina toimivan sinisen renkaan sisällä. Näkymän alareunassa on tekstikenttä, missä olevan tekstin ohjelmisto lukee äänisyntetisaattoria käyttäen. Kuvassa näkyvä muokkaus on tehty pelkästään näppäimistöä käyttäen. Ohjelmisto tukee myös stereoääntä, jolloin myös äänen suunnalla pyritään havainnollistamaan suuntaa, johon on liikuttu.

Toisin kuin perinteisessä 3D-mallissa, ei tietokoneohjelmisto mahdollista taktiilista, eli tuntoaistiin perustuvaa informaatiota molekyylistä. Tästä syystä onkin tärkeää, että käyttöliittymä olisi mahdollisimman intuitiivinen, jotta käsitys ja mielikuva molekyylistä olisi mahdollisimman helppo muodostaa. NavMol-ohjelmassa käytetään navigointiin niin kutsuttua kellokoordinaattijärjestelmää. Tämä valinta on luonnollinen, koska suuri osa näkövammaisista on tottunut käyttämään kellokoordinaatteja arjessaan. Kellokoordinaatisto toimii siten, että esimerkiksi jonkin esineen paikkaa voidaan ilmaista käyttämällä ilmaisua “kello kymmenessä”. Ohjelmassa viereisten atomien suhteellinen paikka annetaan kellokoordinaattina, joista käyttäjä voi valita haluamansa käyttämällä näppäimistön nuolinäppäimiä. Jos valinta on epäselvä tai samalla suunnalla on useita eri atomeita, aukeaa ohjelmaan lista vaihtoehdoista, joista valitaan haluttu atomi. Ohjelmassa oleva toiminto myös ilmoittaa, mikäli atomi johon siirrytään ei ole samassa tasossa edellisen atomin kanssa. Kun ohjelmaan annetaan käsky liikkua seuraavaan atomiin, tulee ohjelman tekstikenttään uuden atomin tiedot, eli numero, siihen liittyneet muut atomit, sekä sidos, jota pitkin atomiin siirryttiin. Ohjelmiston kehityksessä mukana ollessa ryhmässä tämä menetelmä koettiin intuitiiviseksi ja ryhmän jäsenet kokivat pystyneensä nopeasti hahmottamaan molekyylin rakenteen tämän ansiosta.³⁷

NavMol-ohjelmistossa on saatavilla myös edistyneempiä työkaluja, kuten kirjanmerkkien käyttö, käyttöhistorian tallentaminen sekä tiettyyn atomiin siirtyminen ilman selausta. Molekyylin rakenteen tutkimisen lisäksi ohjelma kykenee tunnistamaan erilaisia rakenteita molekyylissä, kuten molekyylissä olevat rengasrakenteet ja bentseenirenkaat ja listata renkaissa olevat atomit. Osittain päällekkäisiä renkaita ohjelmisto ei erikseen tunnista, mutta käyttäjän on mahdollista erottaa tällaiset atomien numeroinnin perusteella. Toinen merkittävä tunnistusväline on ohjelman kyky tunnistaa molekyylin funktionaalisia ryhmiä, jotka listataan niihin liittyneiden atomien järjestysnumeroiden kanssa. Käytössä olevat funktionaaliset ryhmät ovat mukana tulevassa tekstitiedostossa, jota on mahdollista muokata käyttötarpeen mukaan. Käytettäviä funktionaalisia ryhmiä voidaan esimerkiksi piilottaa käyttäjän nähtäviltä, jos tavoitteena on, että oppilas nimeää molekyylissä esiintyviä ryhmiä.³⁷

NavMol-ohjelmassa on myös mahdollista muokata molekyyliä, sekä tallentaa muokatut työt. Kuitenkin johtuen käyttöliittymästä, ovat muokkausominaisuudet vielä varsin rajalliset. Ne nojaavat pääasiassa atomien ja sidosten poistamiseen tai vaihtamiseen, mutta muokkausominaisuudet on kuitenkin kehitetty näkövammaisille ehdoilla. Ohjelma ei esimerkiksi hyväksy toisistaan irrallisia osia, vaan muodostaa näiden välille niin kutsutun valesidoksen, joita ei molekyylissä oikeasti ole olemassa. Valesidokset toimivat ohjelman käytössä liikkumisen välineenä. Jos käyttäjä esimerkiksi poistaa atomin, joka yhdistää kahta osaa molekyylissä, luo ohjelma automaattisesti poistetun atomin tilalle valesidoksen, jotta käyttäjä pystyy liikkumaan osien välillä. Nämä muokkaukset eivät kuitenkaan ole pysyviä käyttökertojen välillä. Ohjelma tukee myös muiden ohjelmistojen formaatteja siten, että muissa ohjelmissa luotuja molekyyliä voi tarkastella NavMol-ohjelmistossa, mikä mahdollistaa esimerkiksi opettajan luoman molekyylin tarkastelun. Jos toisesta ohjelmistosta tuodussa tiedostossa esiintyy useampia molekyyliä tai reaktioyhtälöitä, voidaan niiden välillä myös NavMol:ssa liikkua.³⁷

NavMol ei todennäköisesti tule olemaan ainoa väline suomalaisessa peruskoulussa tai lukiossa käsitellä orgaaniseen kemiaan liittyviä molekyyliarakenteita, mutta se voi tuoda uusia mahdollisuuksia tutkia monimutkaisempia molekyyliä nopeammin. Näin erityisesti lukio-opetuksessa, jossa oppilailla on yleisesti jo jonkin verran parempi käsitys orgaanisesta kemiasta sekä usein tarve tutkia useampia suhteellisen suuria molekyyliä lyhyessä ajassa. Se voikin olla arvokas lisä näkövammaisten oppilaiden kemian opiskeluun.

5.3.3 Titration ColorCam-ohjelmisto

Useissa kemian töissä visuaaliset havainnot liittyvät väreihin ja värien muutoksiin. Töiden visuaalisen luonteen takia on sekä värisokeiden, että muiden näkövammaisten osallistuminen töihin haastavaa. Näiden oppilaiden on vaikeaa työskennellä omatoimisesti, vaan he ovat helposti riippuvaisia joko avustajista tai muista oppilaista, jotka ovat näkeviä. Tästä syystä näkövammaiset oppilaat joutuvat usein tyytymään passiivisempaan tapaan oppia ja opiskella kemiaa ja monet jopa jättävät kemian laboratorioskurssin valitsematta valinnaisena aineena, vaikka heillä saattaisikin olla kiinnostusta oppiainetta kohtaan.³⁸

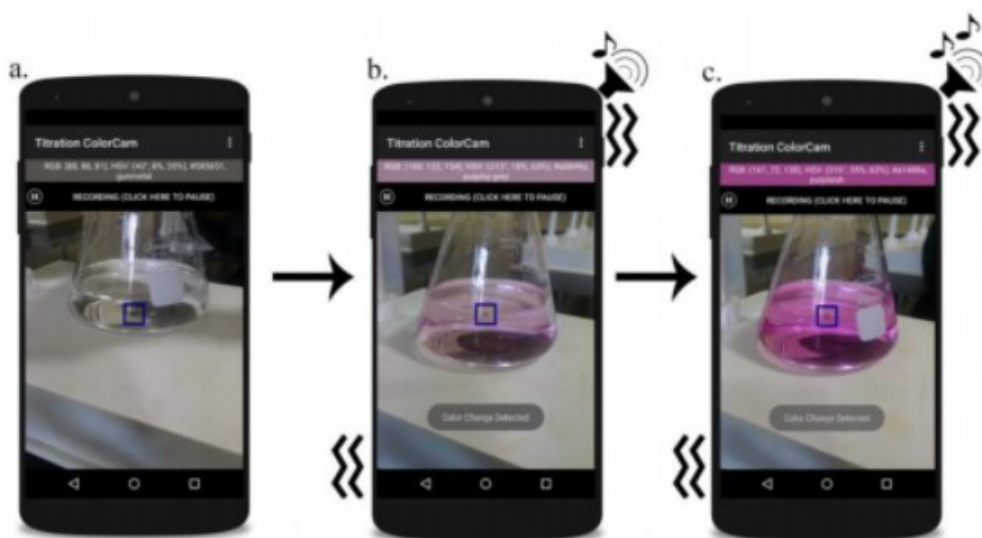
Näkövammaisen oppilaan aistiminen tapahtuu pääasiassa muita aisteja kuin näköä käyttämällä. Useimmiten nämä aistit ovat kuuloaisti ja tuntoaisti. Olisikin tärkeää pystyä kehittämään välineitä, jotka kykenevät muuttamaan visuaalisen informaation auditiiiviseksi, eli ääneksi tai taktiiliseksi, eli tuntoaistilla aistittavaksi. Tällaiset välineet voivat mahdollistaa näkövammaisen oppilaan mahdollisimman itsenäisen työskentelyn sekä täten integroida oppilaan paremmin myös kokeellisessa kemian opetuksessa muuhun ryhmään. Aktiivisen osallistumisen mahdollistaminen voi niin motivoida kuin innostaa oppilaita, mutta myös avata uusia mahdollisuuksia esimerkiksi jatko-opiskeluun ja työllistymiseen. Moniaistillisten välineiden kehitys tuo mukanaan paljon hyötyjä erityisesti näkövammaisille oppilaille, mutta on kuitenkin mahdollista, että näkeväkin oppilas voi saada lisähyötyä moniaistillisesta lähestymistavasta oppimiseen.³⁸

Eräs yleisimmistä kemian kokeellisista töistä, jossa havainnointi liittyy värinmuutokseen, on titraus. Peruskoulussa ja lukiossa useimmiten titrataan käyttäen happo-emäs-indikaattoria, joka aiheuttaa titrattavassa liuoksessa värinmuutoksen. Näin pystytään määrittämään esimerkiksi näyteliuoksen maitohappopitoisuus. Koska titrauksen loppupiste määritetään selkeällä värinmuutoksella, on työ haastava näkövammaisille tai värisokeille oppilaille. Yksi vaihtoehto on käyttää olfaktorisia happo-emäs-indikaattoreita, eli sellaisia indikaattoreita, joiden haju muuttuu liuoksen pH-arvon mukaan. Olfaktorisista happo-emäs-indikaattoreista kerrotaan lisää luvussa 4.4.2.³⁸

Nykyään älylaitteita on käytettävissä hyvin laajasti, mikä onkin nostanut niiden käytön apuvälineenä kiinnostavaksi aiheeksi. Laitteisiin integroitu kamera tarjoaa mahdollisuuksia sovellutuksiin, jotka olisivat huomattavasti vaikeampia toteuttaa perinteisellä tietokoneella. Erilaisia luonnontieteisiin ja matematiikkaan liittyviä sovelluksia on saatavilla laajasti, mutta kemian sovelluksia, jotka sopivat näkövammaisten käyttöön on saatavilla rajoitetusti.

Älylaitteille on saatavilla esimerkiksi ääniohjattava laskin, sekä interaktiivinen matematiikan opiskelusovellus, mutta näiden tarjoama hyöty kemian opiskeluun on hyvin rajallinen. Intialainen tutkimusryhmä on kehittänyt Android-laitteille TitrationColorCam-sovelluksen (TCC)³⁹ siinä toivossa, että älylaitteita voitaisi hyödyntää enemmän myös kemian kokeellisessa työskentelyssä sekä antamaan mahdollisuus värien moniaistilliseen havainnointiin.³⁸

TCC-sovellus käyttää Android-laitteen, kuten puhelimen tai tabletin kameraa mitatakseen ja määrittääkseen liuoksen väriä titraustyön aikana. Sovellus ilmoittaa äänimerkillä ja puhelimen värinällä, kun titrauksen loppupiste lähenee ja kun se saavutetaan. Sovelluksen avulla älylaitteen kamera tähdätään titrattavaan liuokseen, jolloin sovellus tulkitsee pikselin värin ensin RGB-arvoksi ja sen jälkeen muodostaa väristä hex-arvon. Hex-arvon avulla sovellus kertoo käyttäjälle, minkä värinen liuos on. Käytetyimmille indikaattoreille on annettu valmiiksi hex-arvo, johon sovellus vertaa liuoksen väriä. Kun liuoksen väri alkaa lähestyä ennakkoon asetettua väriä, ilmoittaa sovellus tästä tihenevillä ääni- ja värinämerkeillä. Tätä on kuvattu kuvassa 5. Koska äänimerkit ja värinä ovat läsnä koko titrauksen ajan, on näkövammaisen oppilaan mahdollista kokea värinmuutos kokonaisuudessaan. Moniaistillisen sovelluksen avulla näkövammaisen oppilas pystyy suorittamaan titraustyön lähes täysin itsenäisesti minimaalisella avulla näkeviltä.³⁸



Kuva 5. Titration Color Cam käytössä (a) Tilanne ennen titrauksen aloitusta, (b) Tilanne, kun titrauksen päätepiste lähenee, (c) Titrauksen päätepiste saavutettu.³⁸

Muuttuvien ärsykkeiden myötä täytyy työn suorittajan pystyä koordinoimaan byretin käyttöä sovelluksen antaman informaation perusteella, mikä on samantapainen vaatimus kuin byretin käytön kontrollointi näköaistin kautta saatavalla informaatiolla. TCC-sovellus myös tallentaa

liuoksen värin hex-arvot koko titrauksen ajalta, joten sovellusta voidaan käyttää myös analyttisenä välineenä keräämään dataa. Tutkimuksessa oli myös verrattu näkövammaisen oppilaan sovelluksen avulla tekemän titrauksen virhemarginaaleja näkevien vertaisten tekemien titraustöiden virhemarginaaleihin, jotka olivat vertailukelpoisia. Tämä osoittaa, että harjoittelulla ja sovelluksen avulla voi näkövammaisen oppilas saada yhtä tarkkoja titraustuloksia kuin näkevät vertaisensa.³⁸

Näkövammaisen oppilaan tehdessä titraustyötä täytyy kiinnittää huomiota työturvallisuuteen. Usein titrauksessa käytetään happoja tai emäksiä, joiden käsittelyssä täytyy olla erityisen huolellinen. Oppilaan täytyy myös saada tarpeeksi ohjausta ja tukea itse titrauslaitteiston käyttöön ennen titraustyön tekemistä, samoin kuin useiden näkevien oppilaiden. TCC-sovelluksen toiminnan optimoimiseksi olisi paras tehdä titraus vaaleaa tai valkoista taustaa vasten sekä tasaisella sivusta tulevalla valolla, koska se on sovelluksen toiminnan kannalta parempi, kuin titrausastian yläpuolella oleva valo. Myös auringonvalosta tulevia heijastuksia näytepullon lasin pinnalle tulisi välttää esimerkiksi asettamalla laitteisto huoneessa siten, ettei ikkunasta tuleva valo osu titrauslaitteistoon tai laitteen kameraan.³⁸

TCC-sovellus on erittäin käyttökelpoinen apuväline titraustyöhön niin yläkoulussa, lukiossa kuin yliopistossakin. Edelleen työhön liittyy haasteita, kuten esimerkiksi miten määritetään titrantin kulutus ja miten byretti täytetään turvallisesti ja tarkasti. Kyseinen sovellus on kuitenkin iso askel oikeaan suuntaan aiempaa itsenäisemmässä kokeellisessa työskentelyssä myös näkövammaisten oppilaiden osalta. Onkin mielenkiintoista, mihin muihin kemian visuaalisiin töihin voisimme älylaitteiden kameroita käyttää.

5.4 Muita aisteja stimuloivat välineet

Inklusioperiaatteen mukaan haasteita omaava oppilas, siis myös näkövammaisen, pystyy osallistumaan opetukseen tavallisen ryhmän mukana. Kemian kokeellisen työn osalta tämä vaatii tarvetta varten kehitettyjä välineitä, joiden avulla näkövammaisen oppilas pystyy työskentelemään mahdollisimman itsenäisesti.

Yksi koulutuksen tavoitteista on, että ihmisistä kasvaisi tuottavia yhteiskunnan jäseniä. Vammaisten oppilaiden kannalta on heidän opettajillaan suuri merkitys tämän mahdollistamisessa. On tärkeää ymmärtää, että useimmiten oppilaan vamma ei vaikuta hänen kykyynsä, haluunsa tai sitoutumiseensa opiskella ja oppia. On esitetty ajatus, että inklusiota ei

tule toteuttaa sen takia, että koulussa on normaalista opetuksesta ulkopuolella olevia oppilaita, vaan sen takia, että koulussa on oppilaita, joilla on erilaisia tapoja ja kykyjä oppia. Opettajien tuleekin olla valmiita, jotta erilaisten oppilaiden kyvyt ja osaaminen saadaan esiin. Myös näkövammaiset oppilaat tulisi nähdä potentiaalisina LUMAT-alojen ammattilaisina sen sijaan, että ajatellaan heidän olevan kykeneviä vain opiskelemaan kemiaa.⁴⁰

Kemian opetuksessa on suuri rooli ilmiöiden kuvaamisella ja demonstroimisella. Tässä suhteessa kokeellisen työskentelyn merkitystä ei voida liioitella ja onkin tärkeää, että mahdollisimman monelle tarjottaisiin mahdollisuus oppia kokeellisuuden kautta. Koska suurin osa kemian työskentelyssä tehtävistä havainnoista ovat visuaalisia, täytyy ne pystyä muuttamaan muotoon, jolla myös näkövammaisen pystyy niitä havaitsemaan. Tätä kautta hän pystyy prosessoimaan asiaa eteenpäin ja oppimaan asian tehokkaammin. Nykyään kehittynyt teknologia ja opetusmenetelmät mahdollistavat aiempaa paremmin näkövammaisen oppilaan opiskelun, mutta kaikilta osin tilanne ei ole vielä paras mahdollinen.⁴⁰ Käytössä on edelleen voimakkaasti visuaalisuuteen nojaavia demonstraatioita ja kokeellisia töitä, joiden sisältämää informaatiota ei vielä pystytä muuttamaan näkövammaisen tai sokean oppilaan aistittavaksi. On myös aiheellista pohtia, missä yhteydessä on tarpeellista yrittää muokata visuaalista informaatiota. Esimerkiksi liikennevalo-demonstraatioissa on liuoksen värin vaihdos työn keskeisin sisältö ja työtä käytetäänkin usein oppilaita innostavassa tarkoituksessa. Kuitenkaan syntymästään asti sokealle ihmiselle ei kyseinen demonstraatio ole tyydyttävästi selitettävissä. Vastakkaisena esimerkkinä toimii titraustyö, jossa yleensä värinmuutosta käytetään välineenä, joka voidaan korvata näköaistin puuttuessa. Tällöin on perusteltua mahdollistaa työn tekeminen myös sokealle oppilaalle.

5.4.1 Värisevä lämpömittari

Brasilialainen työryhmä on kehittänyt lämpömittarin, joka viestii lämpötilaa ja sen muutosta taktiilisesti värisemällä, sekä äänimerkein. Laite koostuu lasiputken sisällä olevasta lämpöanturista, ohjausyksiköstä sekä virtalähteestä. Mittaria voidaan käyttää kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa käyttäjä asettaa laitteeseen lämpötila-alueen, jota halutaan mitata. Kun lämpötila on tämän alueen rajojen sisäpuolella, ilmoittaa laite tästä äänimerkillä ja värinällä. Toisessa tavassa mittari mittaa lämpötilaa ja tuottaa värinää ja merkkiääntä Morse-koodin tavoin siten, että värinä ja ääni ovat synkronoitu. Tällöin piippausten ja värähdysten määrä vastaa mitatun lämpötilan numeerista arvoa. Laitteeseen tarvittavat komponentit eivät ole erityisen kalliita, mutta lämpötilaa mittaavia laitteita, joiden tuloksia voidaan tulkita

tietokoneen avulla, on kaupallisesti saatavilla. Saatavilla on myös niin kutsuttuja puhuvia lämpömittareita. Kuvatun kaltaisen laitteen käyttö antaa näkövammaiselle mahdollisuuden käyttää myös tuntoaistiaan, mikä voi auttaa joitakin oppilaita aiheen sisäistämässä. On kuitenkin syytä pohtia, onko saatu hyöty tarpeeksi suuri huomioiden vastaavan laitteen rakentamiseen vaadittavia resursseja.⁴⁰

5.4.2 SALS eli auditiivinen valoanturi

Submersible Audible Light Sensor, eli SALS on nimensä mukaisesti valoanturi, joka voidaan esimerkiksi upottaa liuoksiin. Anturi mittaa valon intensiteettiä ja siihen liitetty laite tai sovellus ilmaisee muutoksista äänisignaaleilla. Vuonna 2006 oli laitteesta rakennettu prototyyppi, jossa lasiputken sisään oli asennettu valokenno. Näin valmistettu anturi yhdistettiin erilliseen laitteeseen, joka oli ohjelmoitu tulkitsemaan anturin signaalia ja tuottamaan äänimerkkiä sen perusteella. Vuonna 2019 julkaistiin sovellus Applen iOS-alustalle ja myöhemmin myös Android-käyttöjärjestelmälle. Kaupallistetussa versiossa anturi yhdistetään laitteeseen langattomasti Bluetoothin avulla ja äänen tuottaa esimerkiksi puhelimen kaiutin tai puhelimeen yhdistetyt kuulokkeet.^{41,42}

SALS:n toiminta perustuu valon kulkuun liuoksessa. Jos kirkkaan liuoksen väri muuttuu tai siihen muodostuu sakka, osa valosta ei läpäise liuosta anturiin asti. Tällöin ohjelmisto joko laskee tai nostaa äänisignaalin korkeutta, jolloin käyttäjä tietää, että liuoksessa on tapahtunut jokin muutos. Sekä alkuperäisessä prototyypissä että sovelluksessa voidaan anturin dataa tarkastella joko äänenä tai äänen taajuutta ilmaisevina taajuuslukemina. Molempia informaatioita on myös mahdollista tallentaa. Tämä voi olla hyödyllistä, mikäli esimerkiksi halutaan vertailla useampaa liuosta keskenään. Erityistä SALS:ssa on sen reaaliaikainen signaali tapahtuvasta muutoksesta, jota voidaan myös mitata esimerkiksi taajuusmittarilla. SALS on helmikuussa 2021 olevan tiedon mukaan tulossa kaupallisesti saataville loppuvuodesta 2021 tai alkuvuodesta 2022.⁴¹⁻⁴³

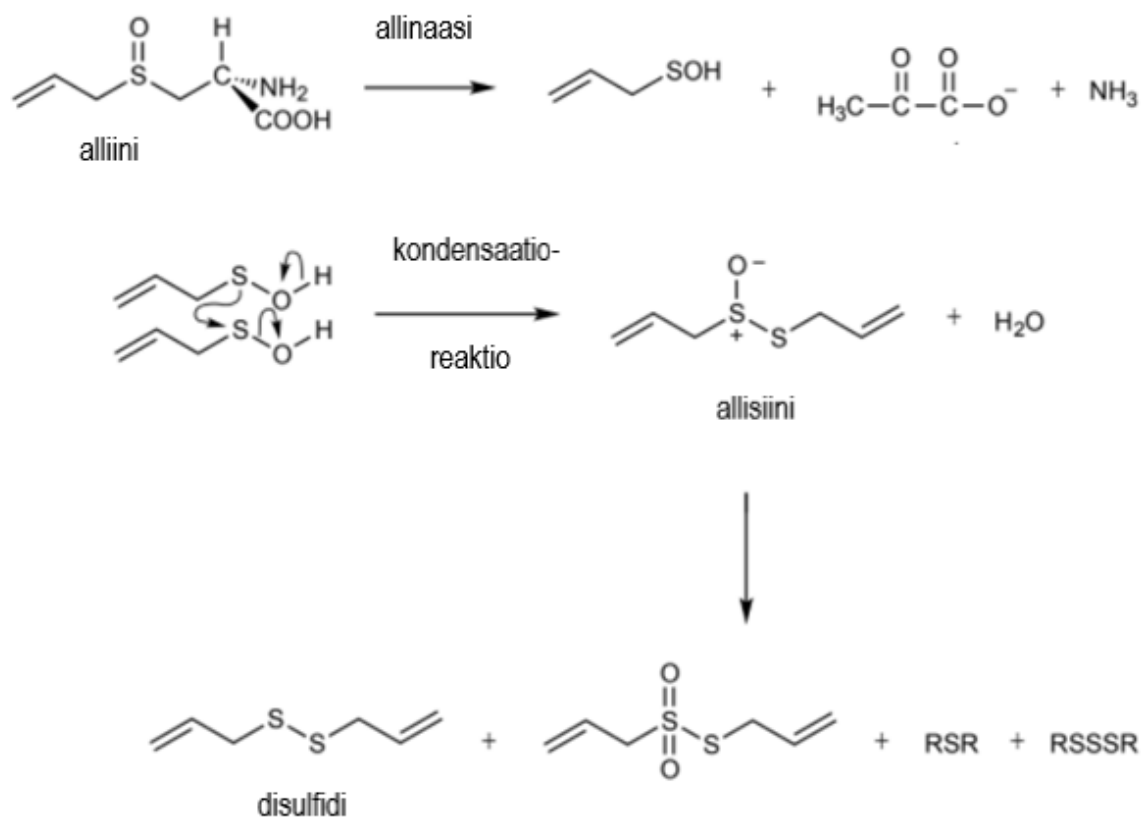
5.4.3 Olfaktoriset happo-emäs-indikaattorit

Peruskoulussa ja lukiossa titraustyö tehdään useimmiten kolorimetrisesti, eli titrauksessa havainnoidaan happo-emäs-indikaattorin värin muutosta liuoksessa liuoksen happamuuden muuttuessa. Näkövammaiselle oppilaalle visuaaliseen informaatioon perustuva työn toteutus ei ole mielekäs eikä hyödyllinen. Kaupallisesti on saatavilla antureita, joiden avulla

näkövammainen pystyy tekemään titrauksen, mutta pelkkä muuttuva pH-lukema ei täysin pysty korvaamaan omin aistein havaittavaa muutosta työtä tehdessä. Tästä syystä onkin yritetty löytää luotettavasti toimivia olfaktorisia indikaattoreita, eli sellaisia indikaattoreita, jotka joko tuottavat tai muuttavat hajuaan happamuuden muuttuessa. Toimivasta olfaktorisesta indikaattorista olisi paitsi hyötyä näkövammaisille ja värisokeille oppilaille, mutta sitä voisivat käyttää myös näkevät oppilaat.⁴⁴

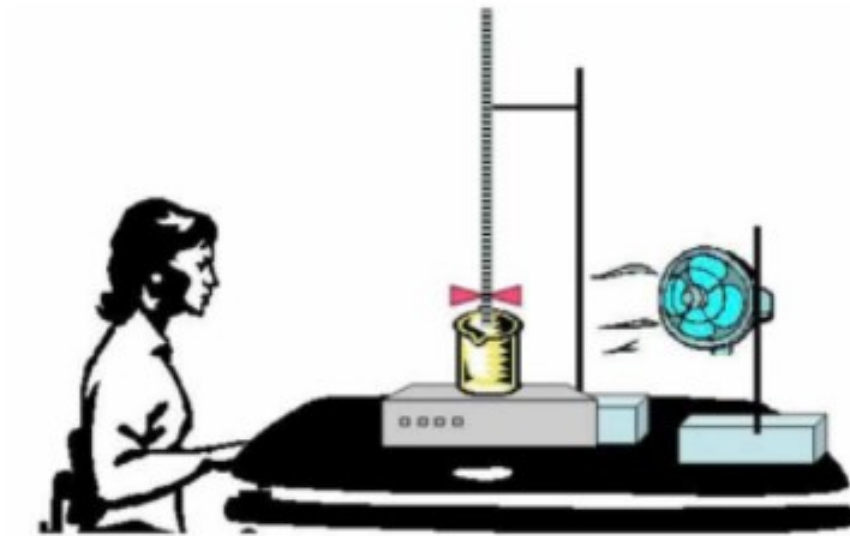
Hyvälle olfaktoriselle indikaattorille pätevät samat vaatimukset kuin kolorimetriselle indikaattorille. Titrauksen päätepisteen havainnoinnin tulee olla selkeää ja titraus toistettavissa tasaisin tuloksin. Näiden lisäksi on tärkeää, että olfaktorisen indikaattorin tuottama haju ei ole liian voimakas, epämiellyttävä tai hajuaistia turruttava. Myöskään liian viipyilevä haju ei tähän tarkoitukseen ole toimiva. On myös tärkeää, että hajun päästöä pystytään kontrolloimaan. Ideaalitulanteessa tämä tarkoittaa sitä, että lähtötilanteessa liuos on hajuton, mutta titrauksen päätepisteen kohdalla haju vapautuu. Tämän jälkeen laskutoimitukset voidaan tehdä samaan tapaan kuin yleisemmin käytettävien indikaattoreiden kanssa toimiessa.⁴⁵

Edellä mainitut vaatimukset täyttäviä indikaattoreita on olemassa useampia. Sopivia kasveja olivat erilaiset sipulilajit, kuten keltasipuli, punasipuli, valkosipuli ja hopeasipuli. Muita toimivaksi todettuja aineita olivat vanilliini sekä eugenoli, joka on esimerkiksi neilikkaöljyn pääainesosa. Kaikki tässä luetellut indikaattorit toimivat lähestulkoon samalla tapaa. Titraus tehdään pääasiassa emäksisestä happamaan, koska yllä mainitut indikaattorit ovat hajuttomia emäksisessä ympäristössä ja vapauttavat ominaista hajuaan, kun liuos on neutraali tai hapan. Titratessa hapanta liuosta olisi siis haasteena sen tunnistaminen, milloin hajun syntyminen loppuu. Sipulikasvien kohdalla hajun aiheuttajana toimivat pääasiassa erilaiset rikkiyhdisteet, jotka vapautuvat sopivissa olosuhteissa liuoksesta. Valkosipulin hajun vapautumisen mekanismi on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Valkosipulin hajun vapautuminen emäksisen liuoksen neutraloitumisen yhteydessä. Aminohappo, alliin hajoaa allinaasientsyymin vaikutuksesta. Syntyvästä rikkiyhdisteestä syntyy kondensaatioreaktiossa allisiinia ja vettä. Nämä reagoivat edelleen, jolloin syntyy muun muassa disulfidia, jolla on tunnistettava valkosipulimainen haju. Lisäksi syntyy muita rikkiyhdisteitä.⁴⁵

Indikaattorina käytettävää juuresta tai ainetta uutetaan emäksisessä liuoksessa, esimerkiksi natriumhydroksidiliuoksessa, jonka jälkeen liuosta titrataan happoliuoksella, esimerkiksi vetykloridihappoliuoksella. Kun titrauksen päätepiste saavutetaan, vapautuu liuksesta haju, joka niin sanotusti viipyy muutaman sekunnin astian suuaukon lähetyvillä. Tästä syystä olfaktorisen indikaattorin kanssa käytetään pientä tuuletinta astian takana, joka tuottaa hitaan ilmavirran kohti työn tekijää. Esimerkki laboratoriojärjestelystä on esitetty kuvassa 7. Näin oppilaan ei tarvitse pitää kasvojaan astian lähellä, mikä olisi työturvallisuusriski syövyttäviä aineita käsiteltäessä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös muita keinoja, joilla saadaan aikaan tasainen ja hiljainen ilmavirta. Tällaisena voisi toimia esimerkiksi toinen oppilas, joka rauhallisesti heiluttaa paperia tai kirjaa saaden näin aikaan sopivan ilmavirran.⁴⁵



Kuva 7. Esimerkki laboratoriolaitteistosta käytettäessä olfaktorisia indikaattoreita. Työn tekijä istuu siten, että titrattavaa liuosta sisältävä astia sijaitsee työn tekijän ja tuulettimen välissä. Tuulettimen tarkoituksena on tuottaa hidas ilmavirta astialta työn suorittajan suuntaan, jottei tekijän tarvitse asettaa kasvojaan astian lähelle. Muilta osin titrauslaitteisto on vastaava kuin kolorimetristä indikaattoria käytettäessä.⁴⁵

Tutkimuksessa, jossa selvitettiin sopivia olfaktorisia indikaattoreita, oli työn tarkoituksena selvittää indikaattorin toimivuus, ei niinkään käyttää sitä analyyttisenä menetelmänä. Tutkimuksen mukaan titrauksen tarkkuus eri sipuleita indikaattoreina käytettäessä oli verrannollinen fenoliftaleiini-indikaattorilla tehtyihin titrauksiin, joten myös analyyttisen työn pitäisi onnistua peruskoulun vaatimalla tarkkuudella. Oppilastyönä voisi esimerkiksi tutkia putkenavaajaliuoksen tai valitun siivousaineen emäksisyyttä. Indikaattorien toimivuutta testanneessa tutkimuksessa käytettiin natriumhydroksidia, mutta koska emäksen vaikutus hajun muodostamiseen liittyy hydroksidi-ioniin, on uskottavaa, että vastaavalla tavalla voidaan kyseisiä indikaattoreita käyttää myös muiden emästen kanssa. Indikaattoreita tutkineessa tutkimuksessa juureksenpaloja uutettiin emäsluoksessa, jonka jälkeen liuos dekantoiitiin astiasta pois. Dekantoidusta liuoksesta otettiin näyte, joka titrattiin, eli lopullisessa titrattavassa liuoksessa ei ollut enää juureksen osia mukana.⁴⁵ Koulukäytössä saattaisi olla mahdollista käyttää liuosta, johon on jätetty juureksen osat, mutta dekantointi voi myös toimia hyvänä harjoituksena, mikäli siihen on käytettävissä aikaa.

Olfaktoriset indikaattorit tarjoavat näkövammaiselle oppilaalle mahdollisuuden aistia titraustyön etenemisen ja ne voivat olla oppimista vahvistavana osana näkevien oppilaiden oppimista. Lisäksi työssä käytettävät tarvikkeet ja aineet ovat halpoja ja helposti saatavilla ja

niillä saadut tulokset kouluympäristössä vertailukelpoiset kolorimetrisiin indikaattoreihin. Aiemmin mainittujen indikaattoreiden heikkoutena on se, että ne toimivat pääasiassa vain emäksen titrauksessa, jolloin osa peruskoulussa ja lukiossa tehtävistä määrityksistä eivät ole mahdollisia. Eugenolin on toki kerrottu toimivan luotettavasti myös hapon titrauksessa, mutta tällöin täytyy tarkkailla hajun häviämisen hetkeä, mikä voi olla hajun ilmaantumisen tarkkailua haastavampaa. Heikkouksista huolimatta voivat hajuaistia hyväksi käyttävät indikaattorit tuoda arvokasta lisää opetukseen erityisesti näkövammaisille oppilaille ja niitä voidaan käsitellä opetuksessa samaan tapaan, kuin muitakin indikaattoreita.^{44,45}

5.5 Muita välineitä näkövammaisten kemian opetukseen

Kemian opettajien usein käyttämät visuaaliset demonstraatiot ja kuvaukset joutuvat koetukselle, kun opetusryhmässä on oppilas, joka ei hyödy visuaalisista esityksistä. Tämä haastaa opettajan kehittämään ja käyttämään menetelmiä, joiden avulla myös näkövammaisen oppilas voi opiskella kemiaa.

Vuonna 2020 varsinkin lukio-opetuksessa suurin osa kirjallisesta aineistosta on saatavilla sähköisenä. Myös peruskoulun vuosiluokilla 7–9 on suurin osa kirjallisista oppimateriaaleista saatavilla sähköisinä versioina. Koska useat näkövammaiset oppilaat käyttävät opiskellessaan tietokonetta jo peruskoulun aikana, on oppimateriaali laajasti myös heidän saatavillaan. Ongelmia saattaa esiintyä joidenkin kemian kirjoissa esiintyvien kaavojen kanssa, jos ruudunlukuohjelma ei osaa tulkita kaavaa oikein. Toisaalta myös oppilaan täytyy pystyä itse kirjoittamaan muun muassa reaktioyhtälöitä ja kemiallisia kaavoja, joihin sisältyy ala- tai yläindeksejä, joita esimerkiksi JAWS ei aina ole tulkinnut kunnolla. Toinen merkittävä haaste oppimateriaaleissa ovat niissä esiintyvät kuvat ja kaaviot. Useimmissa tapauksissa ruudunlukuohjelma ei kykene tulkitsemaan kaaviota, kuvista puhumattakaan. Näissä tapauksissa on useimmiten paras ratkaisu tuoda kuvan sisältämä informaatio oppilaalle taktiilisena, eli yleensä kohokuvana. Oppikirjojen mukana onkin yleensä saatavilla kohokuvaliite, mutta niissä esitetyt kuvat saattavat olla oppilaalle vaikeita tulkita. Tämän takia onkin opettajalla hyvä olla keinoja tehdä yksinkertaisia kohokuvioita oppilaalle.^{46–48}

Sekä perusopetuksessa että lukiossa opiskelijan täytyy kemian tunnilla piirtää molekyyliä ja rakenteita. Näkövammaiselle oppilaalle perinteinen piirtäminen ei ole mielekäästä, eikä tehokasta, joten olisi hyväksi pystyä hyödyntämään erilaisia vaihtoehtoja piirtämiselle. Eräs vaihtoehto suhteellisen yksinkertaisille kuvioille voi olla niin sanottu Ritmuff-kalvo, johon

kuulakärkikynä jättää sormin tunnusteltavissa olevan jäljen. Tämä on kuitenkin työlästä ja virheherkkää, eikä kalvolle pysty tekemään korjauksia. Kohokuviot ovat myös riskialttiita virhekäsityksille ja väärinymmärryksille.^{32,47} Useimmista kouluista löytyvät pallo-tikkumallit ovat hyvä väline molekyylien piirtämistä korvaamaan ja mallissa olevat pallot voidaan esimerkiksi merkitä tunnistamisen helpottamiseksi. Toinen vaihtoehto, joka mahdollistaa niin kutsuttujen viivamallien piirtämisen, on käyttää magneetteihin kiinnitettyjä huopapaloja esittämään atomeita, jolloin piirtäminen tapahtuu magneettisella valkotaululla. Funktionaalisten ryhmien kanssa toimivat molemmat tavat, joskin huopamalli on kompaktimpi, mikä voi auttaa oppilasta hahmottamaan kokonaisuuden paremmin. Molemmissa tapauksissa täytyy huomioida oppilaan rajoitteet ja preferenssit, sekä se, että käsin rakentaminen vie enemmän aikaa kuin piirtäminen.⁴⁶ On myös hyvä huomata, että liian suuret tai liian pienet kuviot voivat tuottaa haasteita näkövammaiselle oppilaalle. Jos tutkittava informaatio on levittäytynyt liian suurelle alueelle, vaikeutuu kokonaiskuvan hahmottaminen merkittävästi.⁴⁸

Huopapalojen ja magneettien sijasta voidaan käyttää myös LEGO-palikoita tai vastaavia toisiinsa linkittyviä rakennuspalikoita, jotka kiinnitetään alustaan haluttuun järjestykseen. Palikoiden väliin voidaan merkitä yhteyksiä käyttämällä esimerkiksi kumilenkkejä tai muuta narua. LEGO-palikoiden avulla voidaan myös luoda kolmiulotteinen malli jaksollisesta järjestelmästä, jossa kasattujen palikkatornien korkeudella voidaan kuvata esimerkiksi atomien ja ionien kokoa tai ionisaatioenergioita. Tällainen esitys saattaa kuitenkin vaatia oppilaalta aiempaa ymmärrystä jaksollisesta järjestelmästä, jolloin käyttö peruskoulussa voi jäädä vähäiseksi.⁴⁹

Tietokoneeseen liitettävät välineet ovat käytännöllisiä, jos kokeellisen työn aikana täytyy kerätä dataa esimerkiksi lämpötilan tai massan muutoksesta. Peruskoulun opetuksessa tällaiset työt ovat kuitenkin harvassa, eikä tällöin välttämättä ole perusteltua hankkia välineitä. Useita arkikäytössä olevia välineitä voidaan soveltaa myös kemian luokkaan ja yleisimmistä välineistä on laajalti saatavilla näkövammaisille sopivia versioita. Tällaisia ovat esimerkiksi vaa'at ja lämpömittarit.⁵⁰ Niin sanottuja puhuvia vaakoja on saatavilla kaupallisena ja esimerkiksi yhden gramman tarkkuudella massan ilmoittavat puhuvat vaa'at, ovat suureen osaan peruskoulun kemian töistä tarpeeksi tarkkoja. Esimerkiksi Näkövammaisten liiton apuvälinekauppa Aviris myy suomea puhuvia keittiövaakoja kuluttajille.⁵¹

Kuten puhuvia vaakoja, myös puhuvia lämpömittareita on saatavilla. Puhuvat lämpömittarit ovat luonnollisesti digitaalisia mittareita, joissa useimmiten on digitaalinen näyttö

puheominaisuuden lisäksi. Kemian työskentelyssä täytyy huomioida mittarin lämmönkesto ja käytettävyyden kannalta on helpompaa, jos mittari on yhtenäinen, koska tämä mahdollistaa käytön yhdellä kädellä. Esimerkiksi useat ruoanlaittoon tarkoitetut lämpömittarit kestävät tarpeeksi suuria lämpötiloja ja ovat helposti käytettäviä. Marraskuussa 2020 vastaavia mittareita oli saatavilla alle 50 euron hintaan.⁵² On kuitenkin syytä huomata, että useat tällaiset mittarit tuottavat puheen englanniksi eli on tärkeää varmistaa, että oppilas ymmärtää mittarin puheen.

6 Tutkimuskysymykset

Tutkimusta ohjasivat seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Mitä haasteita kemian kokeelliseen opetukseen liittyy näkövammaisen oppilaan tapauksessa?
2. Miten näkövammaisen oppilas pystyy osallistumaan kemian kokeelliseen opetukseen?
3. Minkälaisia olemassa olevia välineitä voidaan käyttää kemian opettamiseen näkövammaisille?
4. Miten kemian opettajaa voitaisiin tukea näkövammaisten oppilaiden opetuksessa?

7 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineisto

Tutkimus toteutettiin syksyllä 2020 kyselytutkimuksena. Kysely toteutettiin Webropol-verkkokyselynä. Kysely jaettiin Facebook-ryhmissä, joissa tiedettiin olevan jäseninä kemian opettajia. (Liite 1) Kyselytutkimuskaavake (Liite 2) koostui Likert-asteikollisista väitelauseista, joihin vastattiin asteikolla 1–5. Väitelauseiden lisäksi kyselytutkimuslomakkeessa oli avoimia kysymyksiä. Väitelauseiden tuloksista laskettiin frekvenssi, keskiarvo sekä keskihajonta. Väitelauseiden asteikossa numeroille oli annettu merkitys seuraavasti: 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=ei samaa eikä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä. Lisäksi vaihtoehtona oli 6=en osaa sanoa, jota ei ole huomioitu frekvenssissä, keskiarvossa tai keskihajonnassa.

Tutkimus voidaan myös luokitella kehitystutkimukseksi, jossa tavoitteena oli parantaa näkövammaisten oppilaiden asemaa kemian opetuksessa. Tämä toteutettiin kirjoittamalla tutkimuksen pohjalta ensiapuopas kemian opettajien käyttöön. (liite 3) Opas sisältää tiivistetysti tietoa näkövammasta, sekä tutkimuksessa esiin nousseista välineistä ja toimintatavoista, joiden avulla näkövammaisen oppilas pystyy osallistumaan kemian opetukseen aiempaa paremmin. Etsityissä välineissä ja toimintatavoissa pääpaino oli erityisesti kemian kokeellisen opetuksen kehittämisessä.⁵³

Avoimien kysymysten tuloksia tarkasteltiin aineistopohjaisella sisällönanalyysillä. Avointen kysymysten vastauksista pyrittiin huomioimaan esiintyviä teemoja sekä huomioita kokonaisuuteen liittyen ja peilaamaan niitä käsiteltyyn kirjallisuuteen sekä tutkijan omaan kokemukseen ja pohdintoihin aiheeseen liittyen.^{54,55}

Tutkimusaineisto koostuu kuuden (6) kemian opettajan vastauksista kyselyyn. Kyselyn pohjamateriaali on esitetty liitteessä 2.

8 Tulokset ja tulosten analyysi

8.1 Taustatiedot

Vastaajista kahden pääaineena oli kemia ja loppujen neljän vastaajan pääaine oli matematiikka. Vastaajista yksi oli toiminut kemian opettajana 2–5 vuotta, kolme 5–10 vuotta ja kaksi yli 10 vuotta. Yksikään vastaaja ei kertonut opettaneensa kemiaa näkövammaiselle oppilaalle muilla luokka-asteilla, kuin 7–9 luokilla ja lukiossa. Lukiossa oli näkövammaisia oppilaita opettanut kaksi vastaajaa, seitsemännellä luokalla viisi sekä kahdeksannella ja yhdeksännellä luokalla neljä vastaajaa. Vastaajien kokemukset siis vastaavat hyvin tutkimukselle asetettua näkökulmaa, joka keskittyy peruskoulun 7–9 luokkien kemian opetukseen. Vastaajien jakauma niin opetuskokemuksen kuin oppiainejakauman suhteen vastaavat suhteellisen hyvin opetuskentällä toimivan henkilökunnan rakennetta, vaikka aineisto onkin pieni.

8.2 Oppimateriaali

Oppimateriaalia käsittelevä osuus koostui kolmesta väitelauseesta sekä kahdesta avoimesta kysymyksestä, jotka ovat näkyvissä liitteessä 1. Oppimateriaalia koskevien väitelauseiden tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Tulokset väittämiin, jotka koskivat kemian oppimateriaalia näkövammaisille oppilaille. Taulukoituna vastausten frekvenssi sekä lasketut keskiarvo (ka) ja keskihajonta (kh). Vastausvaihtoehdot olivat 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=ei samaa eikä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä.

	1	2	3	4	5	ka	kh
Oppilaalle sopivaa oppimateriaalia oli saatavilla.	1	1	1	3	0	3,00	1,15
Sopivan oppimateriaalin hankkiminen oli vaivatonta.	2	1	1	1	1	2,67	1,49
Oppimateriaali välitti saman sisällön oppilaalle, kuin vastaava näkevien materiaali.	1	1	0	3	1	3,33	1,37

Vastaukset väitelauseisiin hajaantuivat tasaisesti kaikissa kolmessa väitteessä, mutta vastauksista on huomattavissa trendejä. Esimerkiksi yksikään vastaaja ei ollut täysin samaa mieltä väitteen ”Oppilaalle sopivaa oppimateriaalia oli saatavilla” kanssa ja useampi vastaaja oli vähintään jokseenkin eri mieltä väittämän ”Sopivan oppimateriaalin hankkiminen oli vaivatonta” kanssa. Vastausten perusteella näyttääkin siltä, että sopivan oppimateriaalin löytämisessä ja hankkimisessa on merkittäviä haasteita. Toisaalta positiivisena asiana huomattakoon, että enemmistö vastaajista koki materiaalin välittävän saman sisällön näkövammaiselle oppilaalle, vaikka kaksi vastaajaa olikin tästä väitteestä eri mieltä. Vaikuttaakin siltä, että oppimateriaaliin ollaan pääosin tyytyväisiä, jos sitä saadaan hankittua.

Puhtaasti tekstimuotoinen sisältö, joka voi myös sisältää esimerkiksi numeroita, siirtyy kokonaisuudessaan myös näkövammaiselle sopivaan muotoon esimerkiksi pistekirjoituksena, sähköisessä muodossa tai äänikirjana. Suurempi haaste onkin kuvien, kuvioiden ja muiden visuaalisesti sisältöä esittävien tapojen siirtäminen näkövammaiselle sopivaan muotoon. Toisaalta myös tekstissä esiintyvät ala- ja yläindeksit voivat tuottaa haasteita ruudunlukuohjelmille kuten JAWS:lle ja NVDA:lle, jotka ovat yleisimmin käytössä olevat ruudunlukuohjelmat tietokoneille. Kemian kannalta tämä on oleellinen huomio, koska kemian merkinnät esimerkiksi molekyyileille sisältävät numeroita alaindekseinä. Onkin syytä varmistaa, että oppilas tietää mitä numeromerkinnöillä tarkoitetaan tekstissä.⁴⁸

Vastauksissaan avoimeen kysymykseen “Mistä sait näkövammaiselle sopivaa oppimateriaalia?” useampi vastaaja kertoi suurentaneensa tai muuten muokanneensa samoja materiaaleja, kuin muutkin oppilaat käyttivät. Tästä voidaan päätellä, että kyseiset oppilaat käyttivät pääasiassa näkevien tekniikoita opiskelussaan, eli he olivat luultavimmin heikkonäköisiä. Tätä ei kuitenkaan voida varmentaa, koska kyselyssä ei kysytty oppilaan vamman laatua mahdollisten tietoturvasyiden vuoksi. Esiin nousi myös kustantajien tarjoama materiaali näkövammaisille, jota pystyy tilaamaan sekä oppilaan oma aktiivisuus Celian palveluissa. Celia on palvelu, joka tarjoaa saavutettavuutta kirjallisuuteen ja oppikirjoihin esimerkiksi ääni- tai pistekirjoina.⁵⁶ Kustantajan omien materiaalien monipuolisuuden puutetta kritisoitiin, mutta vastauksista ei selvinnyt yksittäistä osa-aluetta, jossa materiaaliin olisi toivottu lisää monipuolisuutta. Kustantajalta hankittua materiaalia kommentoi eräs vastaaja seuraavasti:

”Yläkoulun puolella kirjan kustantajalta. Tilaukset tehtiin koordinoitusti. Materiaali olisi voinut olla monipuolisempaa.”

Avoimen kysymyksen “Millä osa-alueella materiaali ei mielestäsi toiminut?” vastauksien mukaan haasteita materiaalin osalta esiintyi erityisesti tilanteissa, joissa sisältöä oli pyritty kuvaamaan jollain muulla keinolla, kuin tekstillä kuten esimerkiksi kuvilla tai taulukoilla. Kuvien ja taulukoiden hahmottaminen voi olla vaikeaa ja suurentaminen tuo myös mukanaan ongelmia, kuten liian epätarkan kuvan.^{47,48} Toisaalta myös materiaalin yksipuolisuus sai kritiikkiä. Vastauksissa näkyi, että osa opettajista kokee haastavaksi jäsentää saatavilla olevaa materiaalia oppilaalle ymmärrettävään muotoon. Tätä kommentoi eräs vastaaja seuraavasti:

”Materiaalin jäsentäminen oli oppilaalle hankalaa. Suurentaminen toi uusia ongelmia.”

Sekä kyselyssä, kirjallisuudessa että tutkijan aiemmin tekemässä kandidaatin tutkielmatyössä on noussut esiin kemian visuaalisen luonteen aiheuttama haaste materiaalien luomisessa ja käyttämisessä.⁴⁸ Oppikirjan kuvat sisältävät joskus tietoa, jota tekstistä ei löydy ja usein kuvat ovat abstrakteja, eikä niissä ole selkeää yhtymäkohtaa oppilaiden elämään. Erityisen haasteelliseksi tämän tekee näkövammaisen, erityisesti sokean oppilaan kohdalla se, että sokean kokema maailma on erittäin konkreettinen, eivätkä abstraktit käsitteet ole yhtä luonnollinen osa sitä kuin näkevillä.^{27,32} Sokea ihminen ei välttämättä tunnista kohokuvan

esittämää esinettä, koska se tuntuu erilaiselta kuin aito esine eikä hän välttämättä tunnista kuvaa esimerkiksi linnusta, ellei ole koskaan pitänyt lintua käsissään. Tilannetta voisi havainnollistaa siten, että kuvitellaan tilanne, jossa henkilö on kuullut jonkun toisen ihmisen nimen, mutta hänellä ei ole tästä ihmisestä muuta tietoa. Luultavasti hän ei tunnista tätä toista ihmistä tämän kohdatessaan.

Kuten yleisestikin näkövammaisen oppilaan kohdalla, on oppilaan kanssa hyvä keskustella siitä, millainen materiaali hänelle sopii parhaiten ja miten hän kokee esimerkiksi materiaalissa esiintyvät kuvat. Sokean oppilaan kohdalla on yleisimmin niin, että jos kuvassa esitetystä asiasta tai esineestä on jokin käsissä pidettävä versio, on tämä parempi kuin kuva. Esimerkiksi laboratoriovälineitä löytyy lähes jokaisesta koulusta kuten myös molekyylijä kuvaavia pallo-tikkumalleja. Sokean oppilaan ei myös pitäisi joutua piirtämään, vaan tämä korvataan vastaavalla suoritteella, joka yleensä on juuri kolmiulotteisen mallin rakentaminen. Esimerkiksi kotitehtävissä tai kokeessa voidaan rakennettu malli kuvata ja kuva liittää muun suorituksen mukaan arvioitavaksi. Toisen merkittävän haasteen muodostavat erilaiset kuvaajat, jotka eivät kuvaa mitään konkreettista esinettä. Yleensä näkövammaisille tilattujen oppikirjoihin sisältyy kohokuvaliite, joka voikin toimia oppilaan kohdalla hyvin. Jos esimerkiksi kuvaaja vaatii muokkausta, on syytä harkita esimerkiksi sähköistä versiota, kuten LoggerPro-ohjelmistoa. Myös käsin tehtävä kohokuva esimerkiksi Ritmuff-piirustusalueelle on mahdollinen. Käsin tehtävät muokkaukset voi myös tehdä mahdollinen avustaja. Muokattujen kuvaajien kohdalla on hyvä huomioida, ettei kuva ole liian monimutkainen, pieni tai suuri. Karkeasti arvioiden noin kämmenen kokoinen kuva on useimmille oppilaille sopiva, sillä sitä suuremmat kuvat voivat olla vaikeita hahmottaa.^{47,48}

8.3 Opettajan saama tuki ja opettaja toimijana

Opettajan saamaa tukea käsittelevä osuus koostui kolmesta väitelauseesta ja neljästä avoimesta kysymyksestä. Väitelauseiden tulokset ovat taulukossa 2.

Taulukko 2: Opettajien kokemus tuen saamisesta opetettaessa näkövammaista oppilasta kemian tunnilla. Taulukoituna vastausten frekvenssi sekä lasketut keskiarvo (ka) ja keskihajonta (kh). Vastausvaihtoehdot olivat 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=ei samaa eikä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä.

	1	2	3	4	5	ka	kh
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen koululta.	2	1	1	2	0	2,50	1,26
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen Oppimis- ja ohjauskeskus Valterilta.	4	0	1	1	0	1,83	1,21
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen muulta taholta.	2	0	1	1	1	2,80 (n=5)	1,60

Opettajan saamaa tukea käsittelevissä väitelauseissa nousee esiin tuen saamisen hankaluus. Enemmistö vastanneista opettajista kokivat saaneensa heikosti tukea koululta tai Oppimis- ja ohjauskeskus Valterilta. Lisäksi jokaisen opettajan saamaa tukea koskevan väitelauseen vastausten keskiarvo oli alle 3, mikä kertoo vähäisen tai heikon tuen kokemuksesta vastanneiden opettajien joukossa. Valteria käsittelevän väitelauseen kohdalla on kuitenkin hyvä huomioda, että vastaavaa tehtävää hoiti ennen vuotta 2013 Jyväskylän näkövammaisten koulu, eivätkä kaikki vastaajat välttämättä olleet tästä muutoksesta tietoisia.

Avoimissa kysymyksissä kysyttäessä yhteistyöstä Valterin kanssa useampi vastaaja ei tunnistanut kyseistä toimijaa, mikä voi kertoa mahdollisesta tietämättömyydestä kyseiseen toimijaan liittyen, johtuen tapahtuneesta organisaatiomuutoksesta. Toisaalta koulusta riippuen saattaa yhteyttä Valteriin hoitaa erityisopettaja, jolloin yksittäisten aineenopettajien kokemus jää helposti lähes olemattomaksi. Tähän voi olla osatekijänä se, että Valterin tarjoamat palvelut ovat kunnille maksullisia ja kouluilla voi olla halukkuutta säästää rahaa, vaikka opetuksen laatu saattaisikin parantua laajemmalla yhteistyöllä eri toimijoiden ja eri aineiden opettajien kesken.

Kysyttäessä tuesta, jota kemian opettaja tarvitsee, kun luokassa on näkövammaisen oppilas, eniten mainintoja saaneet aiheet olivat vamman laatu ja sen kanssa toimiminen sekä oppimateriaalin luominen ja muokkaaminen. Useampi vastaaja nosti esiin sen, että jotta näkövammaisen oppilas pystyy osallistumaan täysipainoisesti opetukseen, täytyy jonkun henkilökunnan jäsenen käyttää siihen aikaa. Usein näkövammaisilla oppilailta on kemian

tunnilla mukana avustaja tai ohjaaja, mutta jotta tämä voisi tehdä esimerkiksi materiaalien muokkaukset, täytyy olla aikaa opettajan ja avustajan yhteistyölle.

Kemian opetuksessa esiintyvän kokeellisuuden ja erityisesti sen visuaalisen luonteen aiheuttama haaste tuli ilmi vastauksista ja kokeelliseen työskentelyyn toivottiinkin lisää tukea. Erityisesti tarvetta olisi keinoille, joilla näkövammaisenkin oppilas voisi saada hyötyä kokeellisesta työskentelystä, vaikkei pysty käyttämään näköaistiaan. Eräs vastaaja kertoi asiasta seuraavasti:

“Moni kemiantyö on vain sellaista, että havainnot voi tehdä vain näkemällä (ja toki kuulemalla), niin jos jostain saisi apua sellaisiin kemiantöihin, jotka avartaisivat oppilaan oppimista näkövammasta huolimatta.”

Tämän tutkimuksen tulokset ovat tässä suhteessa varsin yhteneväisiä käsitellyn kirjallisuuden kanssa.^{26,27,33,37,38,41,44,48} Erityisesti kokeellisuuden visuaalinen luonne ja sen tuottamat haasteet ovat olleet olemassa jo pitkään ja useat tahot ovatkin pyrkineet luomaan niin välineitä kuin oppilastöitä siten, että näkövammaisen oppilas pystyy osallistumaan ja saamaan hyötyä kokeellisesta työskentelystä. Myös oppilaan kanssa työskentelevien aikuisten roolin merkitys näkövammaisen oppilaan opiskelussa on noussut esiin kirjallisuudessa. Usein kemian opettajalla ei ole osaamista työskennellä näkövamman kanssa eikä kokemusta näkövammasta. Toisaalta erityisopettajalla tai oppilaan avustajalla harvoin on kemian oppiaineosaamista. Tämän vuoksi näiden toimijoiden yhteistyö onkin tarpeen, jotta voidaan tarjota näkövammaiselle oppilaalle parempi mahdollisuus oppia oppiaineen, tämän tutkimuksen kontekstissa kemian sisällöt. Yhteistyön haasteena ovat koulujen resurssit, sillä usein opettajilla ei ole tarpeeksi aikaa käytettävissään. Tämä onkin mahdollinen kehityskohta, jos koulun resurssit sen mahdollistavat. Jos oppilaalla on avustaja, olisi mahdollisuus sopia käytänteistä aineenopettajan ja avustajan välillä hyödyllistä. Näin avustaja voisi auttaa oppilasta paremmin. Tämä on kuitenkin väistämättä paljon aikaa vievää ja joko lisää opettajan työkuormaa tai vie opettajan resursseja pois muista tehtävistä. Yhtenä vaihtoehtona voisi myös nähdä yhteisopettajuuden, jossa toisena opettajana olisi esimerkiksi erityisopettaja. Haasteena on se, että kaikki nämä keinot vaatisivat lisää henkilöstöresursseja, joita kouluilla tai kunnilla ei välttämättä ole varaa tai halua hankkia.

Opettajien kokemuksiin omista onnistumisistaan ja omasta oppimisestaan liittyvien avointen kysymysten vastauksissa nousi esiin merkittäviä asioita, joilla on myös selkeitä yhtymäkohtia

kirjallisuudessa esitettyihin tilanteisiin ja kokemuksiin. Osa vastaajista koki, että heidän kiinnittäessä huomiotaan siihen, miten he saisivat asiat kuvailtua näkövammaiselle ymmärrettävällä tavalla, auttoi koko ryhmää oppimaan käsitellyn aiheen. Monipuolinen ja kuvaileva selitys sekä selkeä esitys voi hyödyttää koko ryhmää, mikä on myös kirjallisuudessa esiin nostettu huomio opettajan toiminnasta.³² Toinen merkittävä asia, johon myös kirjallisuudessa kannustetaan, on oppilaan kanssa keskustelu hänelle sopivista oppimistavoista ja materiaaleista sekä muista tarpeista liittyen opetukseen.³² Osan vastaajista mielestä näkövammaisen oppilas ei erottunut liikaa muista oppilaista ja tämä koettiin onnistumisena oppilaan huomioimisessa. Näkövammaisen oppilas erottuukin usein helposti joukosta, varsinkin kun hän usein liikkuu ja toimii tunneilla avustajan kanssa tai käyttää apuvälineitä. Yksi vastaaja kuitenkin kertoi, ettei hänen aikansa riittänyt näkövammaisen oppilaan huomioimiseen ilman että se olisi samalla vaikuttanut negatiivisesti muuhun ryhmään:

“Jouduin tekemään arvovalinnan ja laiminlyömään näkövammaisen oppilaan mahdollisuuden oppia. - - Hänellä olisi ollut mahdollista oppia opsin tavoitteiden mukaisesti.”

On valitettavaa, jos näkövammaisen oppilaan mahdollisuus oppia menetetään sen vuoksi, ettei opettajalla ole tarpeeksi resursseja tämän huomioimiseen. Vastauksista käykin ilmi, että kemian opettajalle näkövammaisen oppilaan saapuminen luokkaan on usein uusi tilanne, johon opettajalla ei ole erillistä koulutusta. Tämän vuoksi olisikin tavoiteltavaa, että käytettävissä olisi opetusmenetelmiä ja esimerkiksi kokeellisia töitä, jotka soveltuvat sellaisenaan kaikille oppilaille, jolloin kokonaistyömäärä ei kasva niin suureksi ja näkövammaisenkin oppilas saa paremman mahdollisuuden oppia. Opettaja tarvitsisi lisää aikaa työajan puitteissa, jotta hän pystyisi huomioimaan näkövammaisen oppilaan, erityisesti jos oppilas tarvitsee lähes jokaisella oppitunnilla erityishuomiota tai -järjestelyjä. Sekä erityisopettajan että avustajan kanssa aiheen käsittely vaatii myös aikaa. Toisaalta yhtenä tämän tutkimuksen tavoitteena on tuottaa ensiapuopas sellaisille opettajille, joiden opetettavaksi tulee näkövammaisen oppilas. Tarkoituksena on käydä läpi asioita, joihin kannattaa kiinnittää huomiota sekä koota joitakin mahdollisia oppilastöitä, jotka sopivat myös näkövammaiselle oppilaalle.

Usealla vastaajalla ei kertomansa mukaan ollut kokemusta yhteistyöstä Oppimis- ja ohjauskeskus Valterin kanssa, mutta näihin vastauksiin voi vaikuttaa jo edellä mainittu organisaatiomuutos vuodenvaihteessa 2012–2013. Toisaalta ne vastaajat, jotka kokemuksestaan kertoivat, olivat pääosin tyytyväisiä yhteistyöhön Valterin kanssa. Eräs

vastaaja koki Valterin tarjoaman koulutuksen hyvänä havainnollistuksena näkövammaisen elämästä ja uskoi voineensa saada enemmänkin apua, jos hän olisi sitä tarvinnut. Kyseinen vastaaja oli ollut ensimmäisenä syksynä, kun hän opetti näkövammaista oppilasta Valterin järjestämässä koulutuksessa ja toivoi että häneen olisi oltu enemmän yhteydessä Valterin suunnalta. Hän olisi myös pitänyt mahdollisuudesta käydä useammin Valterin koulutuksissa:

“Voi kun olisi voinut joka syksyn alku käydä samantapainen kurssi muistuttamaan itseään millaista on elää näkövammaisena.”

Vastauksista on huomattavissa, että opettajat selkeästi kaipaavat ja tarvitsevat tukea, kun heidän opetettavakseen tulee näkövammaisen oppilas. Suomessa tätä tukea tarjoaa Valteri ja sitä on mahdollista saada. Pääosin voitaneen myös sanoa, että opettajat ovat kokeneet Valterin tarjoaman tuen hyvänä, eli jos mahdollista, opettajan kannattaa hakea tukea. Tässäkin aiheessa voi kuitenkin kuntien ja koulujen resurssit muodostua haasteeksi, koska Valterin palvelut maksavat kunnalle. On kuitenkin syytä pohtia, toteutuuko yhdenvertaisuuslain vaatima kohtuullinen mukautus, mikäli näkövammaisen opettajalle ei mahdollisesta koulutusta näkövammaan liittyen.

8.4 Näkövammaisen oppilas kemian tunnilla

Kyselyn kolmas osio koostui yhdeksästä väitelauseesta sekä neljästä avoimesta kysymyksestä liittyen näkövammaisen oppilaan toimintaan sekä yleisesti kemian tunnilla että erityisesti kokeellisessa työskentelyssä. (liite 2) Väitelauseiden tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Vastaukset väitelauseisiin koskien näkövammaista oppilasta kemian tunnilla.

Taulukoituna vastausten frekvenssi sekä lasketut keskiarvo (ka) ja keskihajonta (kh).

Vastausvaihtoehdot olivat 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=ei samaa eikä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä.

	1	2	3	4	5	ka	kh
Oppilas pystyi osallistumaan tunnilla kokeelliseen työskentelyyn.	0	0	1	4	1	4,00	0,58
Oppilas pystyi seuraamaan demonstraatiota.	1	1	1	1	1	3,00 (n=5)	1,41
Oppilas pystyi osallistumaan oppilastyön tekoon.	0	2	1	2	1	3,33	1,11
Oppilas pystyi tekemään havaintoja kokeellisuuden aikana.	0	2	2	1	1	3,17	1,07
Oppilas pystyi tekemään päätelmiä havainnoista.	1	1	2	2	0	2,83	1,08
Oppilas pystyi raportoimaan tuloksista yhtä kattavasti, kuin näkevät oppilaat.	0	3	2	1	0	2,67	0,75
Koululla oli välineitä, joita oppilas pystyi käyttämään kokeellisessa työskentelyssä.	2	2	1	0	1	2,33	1,37
Oppilaalle löydettiin tai saatiin kokeelliseen työhön soveltuvia välineitä.	2	2	2	0	0	2,00	0,82
Muutin omaa toimintaani oppilaan vuoksi.	0	0	0	4	2	4,33	0,47

Oppilaaseen liittyvien väittämien tulokset hajaantuivat varsin laajasti eri vastausvaihtoehtojen välillä. Erityisen selvästi tämä näkyy, kun otoksen koko on pieni. Vastausten hajaantuminen väittämässä, jotka koskivat oppilaan kykyjä, alleviivaa sitä, että täyden sokeuden ulkopuolella näkövamma on erittäin yksilöllinen vamma ja yksilöiden kyvyt eivät ole riippuvaisia näkövammasta. Onkin mahdollista, että oppilaiden kykyjä koskevat kysymykset olisivat tuottaneet samankaltaisia tuloksia missä tahansa oppilasryhmässä. Suurin osa lähikoulussa opiskelevista näkövammaisista oppilaista ovat kyvyiltään ja kognitiivisilta taidoiltaan samalla tasolla kuin ikäisensä näkevät oppilaat, eikä näkövamma yleensä vaikuta oppilaan aivotuomintaan.¹⁸

Positiivisena voidaan pitää opettajien kokemusta siitä, että lähes kaikki oppilaat pystyivät osallistumaan ainakin jonkin verran kokeelliseen työskentelyyn. Toisaalta näkövammaiselle sopivien välineiden kohdalla tilanne vaikuttaa tämän otoksen perusteella hyvin haastavalta. Tätä tukee myös kirjallisuudesta tehty havainto, että useat näkövammaisille sopivat välineet ovat suhteellisen kalliita tai työläitä valmistaa ja varsinkin kuntien peruskouluissa voi olla vaikeaa perustella hankintoja yhden oppilaan tarpeella. Yhdenvertaisuuslaissa, jota näkövammaisten opetukseen voidaan soveltaa, on maininta velvollisuudesta mahdollistaa oppiminen kohtuullisin mukautuksin, mikä jättää tulkinnanvaraa sille, täytyykö koulun jokin väline hankkia.¹⁰ Toisaalta esimerkiksi ylioppilaskirjoitusten kemian ainereaaliiin tähtäävän oppilaan kohdalla voivat välinehankinnat olla perusteltavissa opiskelun kannalta välttämättöminä välineinä, erityisesti jos opiskelija suunnittelee jatkavansa opintojaan alalle, missä kemian ainereaaliiin suorittamisesta on hyötyä. Tällöin apuvälineet maksaa Kela.⁵⁷

Lähes kaikki vastaajat olivat tehneet joitain erityisjärjestelyjä kokeellisessa työskentelyssä, joista yleisimpiä olivat avustajan käyttö sekä työturvallisuusasioiden huomiointi. Myös sellaisten töiden suosiminen, joissa havaintoja pystyy tekemään muiden aistien avulla, sai mainintoja ja yksi vastaaja kertoi pyrkineensä käyttämään sellaisia aineita, joihin on turvallista koskea:

”Yritin valita harmittomia aineita kuten vehnäjäuhoja, sokeria tai suolaa, joita pystyi itse laittamaan lusikan avulla astiaan. Ei siis haitannut, vaikka [ainetta] osui käsille.”

Avustajaa useimmat käyttivät ikään kuin oppilaan silminä, joka auttoi sellaisissa asioissa, joita oppilas ei itse pystynyt tekemään, kuten laskemaan tippapullosta tippoja. Avustajalla oli myös tärkeä rooli työturvallisuuden kannalta, koska joitain mahdollisesti vaarallisia asioita, kuten kuumennuslaitteita ei oppilaan välttämättä ole turvallista käyttää yksin. Eräs vastaaja kertoi järjestelyistä avustajan kanssa näin:

”Hänellä oli avustaja ja minä varmistin, että avustaja tietää riskit ja tietää minkä osuuden näkövammaisen pystyy ehkä tekemään.”

Muutama vastaaja kertoi pyrkineensä käyttämään töitä, joissa olisi jotain havaittavaa muutenkin kuin näköaistilla, kuten selkeitä lämpötilanvaihteluita tai ääniä. Myös sellaisten aineiden käyttö, jotka eivät ole ihokosketuksessa vaarallisia nousi esiin asiana, jota oli

harjoitettu. Heikkonäköisille oppilaille näyttävät työt ja pitkään nähtävissä olevat ilmiöt olivat asioita, joihin pyrittiin. Näiden keinojen käyttämiselle löytyy myös tukea kirjallisuudesta.

Kuten jo väittämistä kävi ilmi, kokeellisen työn näkövammaisille sopivien välineiden osalta tilanne on ollut niukka. Yksikään vastaaja ei kertonut välineistä, joita olisi oppilaalla ollut pelkästään kokeellista työtä varten, mikä on ymmärrettävää, kun huomioidaan koulujen talous ja kemian välineiden hankintabudjetti. Yleisesti kemian tunnilla oli käytetty hyvin samanlaisia apuvälineitä kuin muillakin tunneilla. Suurentavia laitteita kuten taulua kuvaava kamera tai suurennuslasi sekä tietokone ja pistenäyttö. Yksi oppilas oli myös käyttänyt kohokuvia. Kaikki vastaajat kertoivat muuttaneensa omaa toimintaansa näkövammaisen oppilaan vuoksi ja yleisimpänä mukautuksena toimi oman puheen selkeytys ja kirjoittamisen vähentäminen, kuten eräs vastaaja asiasta kertoi:

”Kirjoitutan vähän, teen näyttävät demonstraatiot/kokeelliset työt tai sellaiset, joista voi tehdä havaintoja esim. tunnustelemalla tai haistamalla, suurennetut materiaalit, toimintaa tukeva työpari.”

Yksi vastaaja kertoi myös joutuneensa jättämään joitakin kokeellisia töitä pois opetuksesta liian suureksi kokemansa riskin vuoksi.

Kokonaisuutena tämän kyselytutkimuksen tulosten mukaan suuri osa tutkimukseen osallistuneiden opettajien tekemistä ratkaisuksista ja kokemuksista vastasivat kirjallisuudessa esiintyneitä ohjeita ja neuvoja. Opettajat myös kertoivat kokeneensa haasteita samankaltaisissa asioissa kuin kirjallisuudessa on mainittu, ja mihin useat tutkimukset ovat pyrkineet kehittämään keinoja ja välineitä. Vastaajien määrä oli liian pieni, eikä oppilaiden vammojen tasoista ole tarvittavan tarkka tietoa, jotta tämän tutkimuksen pohjalta voitaisiin tehdä täysin kiistattomia väitteitä kemian opetuksen tilasta näkövammaisten suhteen. Tähän vaikuttaa aiheen erittäin tarkka rajaus ja näkövammaisten oppilaiden pieni määrä, sekä kyselyn jakokanavan rajallisuus. Kuitenkin voidaan todeta, että ne opettajat, joiden oppitunnille näkövammaisen oppilas tulee, voivat hyötyä tueksi tarkoitettusta oppaasta, jossa on esitelty välineitä ja töitä, jotka sopivat näkövammaisella oppilaalle.

9 Yhteenveto

Kemia on sekä tieteenalana että oppiaineena luonteeltaan hyvin visuaalinen. Ilmiöitä havainnollistetaan visuaalisin mallein sekä vahvasti visuaalisuuteen painottuvilla kokeellisilla töillä. Näkövammaiselle oppilaalle tämä luonnollisesti tuottaa haasteita, koska hänen pääasiallinen informaatiokanavansa on usein jokin muu kuin näköaisti. Varsinkin sokeilla oppilailta on lisäksi hyvin konkreettinen kuva ympäröivästä maailmasta ja abstraktit käsitteet ja kuvaukset saattavat olla heille hyvin vaikeasti hahmotettavia, vaikka heidän kognitiiviset taitonsa olisivatkin ikäistensä näkevien tasolla. Näkeväälle ihmiselle tämä ei välttämättä ole selvää, eivätkä opettajat ole tässä poikkeuksia. Useimmille opettajille näkövammaisen saapuminen oppitunnille on uusi tilanne, johon he joutuvat ilman koulutusta tai kokemusta. Kuitenkin opettajilta vaaditaan oppilaan huomioimista ja tämän oppimisen mahdollistamista, mikä saattaa asettaa opettajan asemaan, jossa hänen täytyy tehdä huomattava määrä ylimääräistä työtä, joka pahimmillaan voi johtaa koko muun ryhmän oppimisen laiminlyömiseen. Myös kokeellinen työskentely voi osoittautua haasteelliseksi, mikäli opettajalla ei ole kokemusta näkövammaisten kanssa työskentelystä tai esimerkiksi avustajalla ei ole kokemusta kemian tunnilla työskentelystä. Varsinkin sokeiden oppilaiden kohdalla työturvallisuus on merkittävä haaste, johon täytyy kiinnittää huomiota, mutta myös kokeellisuuden olennaisesti liittyvät asiat, kuten havaintojen tekeminen ja niihin perustuvien päätelmien tekeminen muodostuvat merkittäviksi haasteiksi, mikäli oppilas ei pysty käyttämään näköaistiaan havainnointiin.

Vaikka kemian opiskelu voi osoittautua haasteelliseksi näkövammaiselle oppilaalle, on onneksi saatavilla erilaisia välineitä ja töitä, joiden avulla myös näkövammaisen oppilas pääsee osallistumaan opetuksen kokeelliseen osuuteen. Nykyään tietotekniikka on suuressa roolissa varsinkin syvästi näkövammaisten oppilaiden opetuksessa, eikä kemian kokeellinen työskentely tee tässä asiassa poikkeusta. Saatavilla on erilaisia mittavälineitä, jotka voidaan liittää tietokoneeseen sekä älypuhelinsovelluksia, jotka hyödyntävät älylaitteen kameraa visuaalisen informaation tulkkauksessa. Tunnilla voidaan myös pyrkiä tekemään sellaisia töitä, joissa pääasiallisena havaintovälineenä ei ole näköaisti. Tällaisia voivat olla esimerkiksi selkeitä lämpötilanvaihteluita sisältävät työt tai hajuaistia stimuloivat happo-emäs-indikaattorit. Kaikkia yleisesti käytettyjä oppilastöitä ei voida vielä muokata siten, että näkövammaisen pystyisi työn kaikki osa-alueet tekemään, mutta varsinkin perusopetuksessa keskiössä onkin tutkimuksen tekeminen ja sen osa-alueet, sekä muut taidot, joita kokeellisessa työskentelyssä

opitaan, kuten vuorovaikutustaidot. Tätä tarkoitusta varten on jo olemassa joitakin sellaisia töitä, joissa työn tekijän ei välttämättä tarvitse nähdä.

Kokeellisen työn lisäksi kemian opiskeluun sisältyy usein muutakin opiskelua, joka usein vaatii näkövammaisen oppilaan kohdalla jonkinlaisia erityisjärjestelyitä. Yksinkertaisimmillaan tämä voi olla esimerkiksi heikkonäköisen oppilaan sijoittaminen etupenkkiin, mutta useat oppilaat tarvitsevat esimerkiksi suurennettuja tai sokealle tarkoitettuja oppimateriaaleja, kuten sähköisiä oppikirjoja, pistekirjoja tai äänikirjoja. Erilaisten kuvien esittäminen on suuri haaste, jos pelkkä kuvien suurentaminen ei riitä, vaan täytyy siirtyä käyttämään jotakin toista aistia, useimmiten tuntoaistia. Onneksi kouluilla on useimmiten jo välineitä, jotka tähän tarkoitukseen sopivat, kuten pallo-tikku-malliset molekyyylimallit. Erilaisia kuvia ja kuvaajia voidaan esittää kohokuvioina, ja esimerkiksi pistekirjoituksella kirjoitettujen oppikirjojen mukana tulee yleensä kuvaliite, jossa kirjan kuvat on kuvattu kohokuvina. Jos esimerkiksi kuvaajia haluaa piirtää itse, on mahdollista käyttää Ritmuff-kalvoja, joihin jää kuulakärkikynällä piirrettäessä sormin tunnettava viiva. Jotkut opettajat ovat myös käyttäneet esimerkiksi Lego-palikoita tai magneetteja taululla kuvaamaan joitakin kemian kirjoissa esiintyviä kuvia, mutta tällainen materiaalien käsin tekeminen vie aina aikaa eikä opettajalla sitä välttämättä ole tarpeeksi käytössään.

Näkövammaisen saapuminen kemian tunnille on opettajalle usein uusi tilanne. Opettajan työn näkökulmasta olisi ehdottoman tärkeää, että opettaja saa tilanteessa tukea, koska näin hän pystyy paremmin mahdollistamaan kaikkien oppilaiden oppimisen. Syvästi näkövammaisella oppilaalla on usein tunneilla mukana avustaja, mutta hänellä harvoin on tarpeeksi syvää tietämystä oppiaineista. Olisikin hyvä, mikäli opettajalla olisi käytössään aikaresursseja, jotta käytännön asioita pystyisi käymään avustajan kanssa läpi. Toisaalta Suomessa merkittävä tuen tarjoaja on Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri, joka tarjoaa muun muassa koulutusta näkövammaisen kanssa työskenteleville aikuisille sekä ohjauskäyntejä kouluihin. Jos työnantajan taloudelliset resurssit sen mahdollistavat, olisi Valterin tarjoamasta koulutuksesta suurelle osalle opettajista hyötyä uuteen tilanteeseen. On myös uskottavaa, että koottu pikaopas tilanteen varalle, jossa kerrotaan tärkeitä huomioitavia asioita, on hyödyksi opettajille.

9.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkimus keskittyi hyvin kapeaan alaan kemian opetusta, pääfokuksen ollessa kokeellisessa työskentelyssä näkövammaisen oppilaan näkökulmasta. Koska aihe on kapea eikä Suomessa tutkimusta aiheeseen liittyen ole juuri tehty, on tutkimuksen kirjallisuusosassa pyritty käyttämään lähes kaikkea löydettyä materiaalia. Merkittävä kehittäjä tutkimusaiheessa on ollut Yhdysvaltalainen Independent Laboratory Access for the Blind, eli ILAB-projekti. ILAB-projektin vaikutus näkyy myös tehdyssä tutkimuksessa, koska yksittäiset tekijät ovat tuottaneet paljon materiaalia aiheeseen liittyen.

Tutkimuksen kapeaa kenttää kuvaa pieni otosmäärä kokeellisessa osassa toteutetussa kyselyssä. Tutkimuksen kokeellinen osa tehtiin anonyyminä verkkokyselynä, jossa vastaajia ei yksilöity eikä heidän tai heidän opettamiensa oppilaiden tietoja kerätty. Kyselyssä myös vältettiin esittämästä kysymyksiä, jotka liittyisivät suoraan näkövammaisen oppilaan vamman laatuun. Tällä pyrittiin suojaamaan näkövammaisten oppilaiden yksityisyydensuojaa. Suomessa on lukumäärällisesti pieni määrä näkövammaisia, jolloin yksilön tunnistamisen riski muodostuisi huomattavaksi, mikäli kyselyssä kysyttäisiin esimerkiksi vamman laatua tai koulunkäyntipaikkaa. Tutkimuksessa on noudatettu tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita, jotka koskevat ihmisiä koskevia tutkimuksia.⁵⁸

9.2 Jatkotutkimusideoita

Tässä tutkimuksessa keskityttiin oppilaan suoriutumiseen oppiaineen vaatimuksista, ja koska kysely oli suunnattu opettajille, eivät näkövammaisten oppilaiden omat kokemukset pääse juurikaan esiin. Jatkossa aihetta olisikin hyvä tarkastella myös oppilaiden näkökulmasta ja heidän kokemuksiinsa pohjautuen. Esimerkiksi usein näkövammaisen oppilas luokassa on näkeville oppilaille ensimmäinen kontakti näkövammaiseen ihmiseen. Ei ole myöskään syytä aliarvioida koulunkäynnin sosiaalista aspektia ja miten näkövammaisen oppilaan erottumista luokassa ja sen vaikutusta sekä kyseisen että muiden oppilaiden oppimiseen ja sosiaalisiin suhteisiin.

9.3 Pohdinta

Näkevän ihmisen saattaa olla vaikea ymmärtää, miten näkövamma vaikuttaa ihmisen, tässä tapauksessa teini-ikäisen nuoren elämään. Näkövamma, varsinkin syvä näkövamma, on erilaisuus, jota ei pysty peittämään. Tämä voi vaikuttaa oppilaan omaa itsetuntoon, mutta myös sosiaalisiin suhteisiin. Valitettavan moni näkövammaisen onkin tutkijan kuuleman mukaan kokenut tullessa koulukiusatuksi. Sokealla oppilaalla on usein koulussa apunaan avustaja, jolloin sosiaalisten suhteiden muodostaminen toisten oppilaiden kanssa voi tuntua hankalalta ja aikuisen lähes jatkuva läsnäolo saattaa jopa eristää näkövammaisen oppilaan muista oppilaista. Ideaalitulanteena voitaisiinkin pitää tilannetta, jossa näkövammaisen oppilas ei tarvitsisi avustajaa oppitunneilla vierelleen, vaan pystyisi toimimaan pääosin itsenäisesti ja saisi apua näkevältä henkilöltä aivan välttämättömiin tarpeisiin. Tällöinkin esimerkiksi kemian ryhmätöissä näkövammaisen työparina toimiva näkevä voisi tehdä ryhmän näköaistia vaativat tehtävät. Ideaalitulanteessa sosiaalisten suhteiden ja muiden osa-alueiden ollessa kunnossa voisi jopa näkövammaisen parina työskentelevä näkevä oppilas oppia paremmin. Tämän kaltaisessa järjestelyssä on kuitenkin huomioitava nuorten oma halukkuus ja kyky toimintaan, jotta se voi olla hedelmällistä.

Kemian opetuksen kehittäminen näkövammaisille ei ratkaise kaikkia haasteita, mutta yksilölle sillä voi vaikutusta olla. Vaikka aihealue on kapea, on se myös hyvin tärkeä. Suomessa yhdenvertaisuuslaki edellyttää koulutuksen järjestäjää mahdollistamaan opetussuunnitelman perusteiden mukaisen opiskelun, eikä kemian oppiaineena kuulu jäädä mahdollisuuksien ulkopuolelle. Yksittäisen oppilaan kohdalla kokemus siitä, että saa ja pystyy osallistumaan opetuksen kokeelliseen osaan voi olla merkittävä tekijä hänen itsetuntonsa rakentumisessa ja uravalinnoissa. Kenties hänestä jopa tulee kemisti.

10 Kirjallisuusluettelo

1. Ojamo, M., *Näkövamma rekisterin vuosikirja 2017*, Näkövammaisten liitto, Helsinki, 2018.
2. Gissler, M.; Ojamo, M.; Ritvanen, A. ja Uusitalo, H., Lasten silmäsairaudet ja näkövammaisuus Suomessa: Mitä rekisterit kertovat?, *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, **2017**, *133(2)*, 159-66.
3. Näkövammaisten liitto, 2020, <https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuuden-ilmeneminen> viitattu: 22.2.2021.
4. Tilastokeskus, **2006** <http://www.stat.fi/tk/tt/luokitukset/popup/koulaste.html>, viitattu: 22.2.2021
5. McDonnall, M. C. ja Crudden, A., Factors affecting the successful employment of transition-age youths with visual impairments, *Journal of visual impairment & blindness*, **2009**, *103(6)*, 329-341.
6. McDonnall, M. C., Predictors of employment for youths with visual impairments: Findings from the second national longitudinal transition study, *Journal of visual impairment & blindness*, **2011**, *105(8)*, 453-466.
7. Ojamo M., Näkövammaisten integroituminen pahasti kesken., *Turun Sanomat*, 2019, <https://www.ts.fi/puheenvuorot/4549821/Nakovammaisten+integroituminen+pahasti+kesken> viitattu: 16.2.2021.
8. O'Day, B., Employment barriers for people with visual impairments, *Journal of visual impairment & blindness*, **1999**, *93(10)*, 627-642.
9. Laine L., Näkövammaisen Joonan saaneeksi pisteitä valintakokeesta, mutta opiskelupaikka jäi silti saamatta, *Iltalehti*, 2020, <https://www.iltalehti.fi/kotimaa/a/f4bf22fb-f206-40f7-a994-45acb46686ea> viitattu: 16.2.2021.
10. Oikeusministeriö, Yhdenvertaisuuslaki 2014/1325, Helsinki, 2014, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141325> viitattu: 9.3.2021.
11. Opetushallitus, Peruskoulun opetussuunnitelmien perusteet 2014, Helsinki, 2014, <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetussuunnitelman-perusteet> viitattu: 9.3.2021.
12. Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri, 2021, <https://www.valteri.fi/> viitattu: 22.2.2021.
13. Opetushallitus, 2021, <https://www.oph.fi/fi> , viitattu: 22.2.2021.
14. Senaatti-kiinteistöt, 2014, <https://www.epressi.com/tiedotteet/koulutus/oppimis-ja-ohjauskeskus-onervan-uusi-rakennus-tuo-erityiskoulut-yhteen-jyvaskylan-kukkumakeen.html> viitattu: 16.2.2021.
15. Näkövammaisten liitto, 2020, <https://www.nkl.fi/fi/lapsen-koulunkaynti> viitattu: 16.2.2021.
16. Näkövammaiset lapset, 2021, <https://www.silmatera.fi/koulutielle/> viitattu: 16.2.2021.
17. Näkövammaisten liitto, 2014, <https://vanha.nkl.fi/fi/etusivu/nakeminen/julkaisu/nakovammaisen-opiskelijan-arki/5-elamaa-lukiolaisena> viitattu: 16.2.2021.
18. de Verdier, K. ja Ek, U., A longitudinal study of reading development, academic achievement, and support in Swedish inclusive education for students with blindness or severe visual impairment, *Journal of visual impairment & blindness*, **2014**, *108(6)*, 461-472.
19. Alves, Cássia Cristiane de Freitas; Monteiro, G. B. M.; Rabello, S.; Gasparetto, Maria Elisabete Rodrigues Freire ja de Carvalho, K. M., Assistive technology applied to education of students with visual impairment, *Revista panamericana de salud pública*, **2009**, *26(2)*, 148-152.
20. NV Access, 2021, <https://www.nvaccess.org/> viitattu: 22.2.2021.
21. Freedom Scientific, 2021, <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/> viitattu: 22.2.2021.

22. Vernier, 2020, <https://www.vernier.com/til/1884> viitattu: 22.2.2021.
23. Apuvälinemyymälä Aviris, 2021, <https://www.aviris.fi/fi/etusivu/kauppa/tietotekniikka/pistenaytot> viitattu: 9.3.2021.
24. Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri, 2021, <https://www.valteri.fi/palvelut/ohjauskaynnit/> viitattu: 22.2.2021.
25. Hodges, J. S. ja Keller, M. J., Visually impaired students' perceptions of their social integration in college, *Journal of visual impairment & blindness*, **1999**, 93(3), 153-165.
26. Lewthwaite, B., Thinking about practical work in chemistry: Teachers' considerations of selected practices for the macroscopic experience, *Chemistry education: research and practice*, **2014**, 15(1), 35-46.
27. Gabel, D., Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future, *Journal of chemical education*, **1999**, 76(4), 548.
28. Hofstein, A. The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research, *Chemistry education: research and practice*, **2004**, 5, 247-264.
29. Eilks, I., ja Hofstein, A., *Teaching chemistry— a studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers.*, SensePublishers, Rotterdam, 2013.
30. Krystyniak, R. A. ja Heikkinen, H. W., Analysis of verbal interactions during an extended, open-inquiry general chemistry laboratory investigation, *Journal of research in science teaching*, **2007**, 44(8), 1160-1186.
31. McDonnell, C.; O'Connor, C. ja Seery, M. K., Developing practical chemistry skills by means of student-driven problem based learning mini-projects, *Chemistry education: research and practice*, **2007**, 8(2), 130-139.
32. Dion, M.; Hoffman, K. ja Matter, A., *Teacher's manual for adapting science experiments for blind and visually impaired students.*, Perkins school for the blind, 2000.
33. Supalo, C. A. ja Mallouk, T. E., Talking tools to assist students who are blind in laboratory courses, *Journal of science education for students with disabilities*, **2007**, 12(1), 27-32.
34. Graybill, C. M.; Supalo, C. A.; Mallouk, T. E.; Amorosi, C. ja Rankel, L., Low-cost laboratory adaptations for precollege students who are blind or visually impaired, *Journal of chemical education*, **2008**, 85(2), 243.
35. Ylioppilastutkintolautakunta, 2021, <https://www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/digitaalinen-ylioppilastutkinto/koejarjestelman-ohjelmat> viitattu: 22.2.2021.
36. Independence science, 2020, <https://independencescience.com/product/talking-logger-pro/> viitattu: 22.2.2021.
37. Fartaria, R. P. S.; Pereira, F.; Bonifácio, V. D. B.; Mata, P.; Aires-de-Sousa, J. ja Lobo, A. M., NavMol 2.0 – A molecular structure navigator/editor for blind and visually impaired users, *European journal of organic chemistry*, **2013**, 2013(8), 1415-1419.
38. Bandyopadhyay, S. ja Rathod, B. B., The sound and feel of titrations: A smartphone aid for color-blind and visually impaired students, *Journal of chemical education*, **2017**, 94(7), 946-949.
39. Bandyopadhyay Lab, Department of chemical sciences, Indian institute of science education and research, Kolkata, 2017 <http://superjitlab.weebly.com/our-titration-colorcam-app.html>, viitattu: 16.2.2021.
40. Vitoriano, F. A.; Teles, V. L. G.; Rizzatti, I. M. ja de Lima, Régia C. Pessoa, Promoting inclusive chemistry teaching by developing an accessible thermometer for

- students with visual disabilities, *Journal of chemical education*, **2016**, 93(12), 2046-2051.
41. Supalo, C. A.; Kreuter, R. A.; Musser, A.; Han, J.; Briody, E.; McArtor, C.; Gregory, K. ja Mallouk, T. E., Seeing chemistry through sound: A submersible audible light sensor for observing chemical reactions for students who are blind or visually impaired, *Assistive technology outcomes and benefits*, **2006**, 3(1), 110-116.
 42. Hoffmann, R., The SALS app: Making chemistry accessible with iOS devices, *Journal of science education for students with disabilities*, **2019**, 22(1), 4.
 43. Hoffmann R., American printing house for the blind, sähköpostikirjeenvaihto 19.2.2021.
 44. Flair, M. N. ja Setzer, W. N., An olfactory indicator for acid-base titrations: A laboratory technique for the visually impaired, *Journal of chemical education*, **1990**, 67(9), 795.
 45. Neppel, K., Oliver-Hoyo, M., Queen, C., & Reed, N., A closer look at acid-base olfactory titrations. *Journal of chemical education*, **2005**, 82(4), 607-610.
 46. Boyd-Kimball, D., Adaptive instructional aids for teaching a blind student in a nonmajors college chemistry course, *Journal of chemical education*, **2012**, 89(11), 1395-1399.
 47. Suullinen tiedonanto nykyisen Valterin henkilökuntaan kuuluneiden henkilöiden kanssa vuosina 2012, 2013, 2016.
 48. Poikela, T., *Kemialliset mallit peruskoulun ja lukion opetuksessa näkövamma huomioiden.*, kandidaatin tutkielma, kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, 2018.
 49. Melaku, S.; Schreck, J. O.; Griffin, K. ja Dabke, R. B., Interlocking toy building blocks as hands-on learning modules for blind and visually impaired chemistry students, *Journal of chemical education*, **2016**, 93(6), 1049-1055.
 50. Supalo, C. A.; Mallouk, T. E.; Amorosi, C.; Lanouette, J.; Wohlers, H. D. ja McEnnis, K., Using adaptive tools and techniques to teach a class of students who are blind or low-vision, *Journal of chemical education*, **2009**, 86(5), 587.
 51. Apuvälinemyymälä Aviris, 2021, <https://www.aviris.fi/fi/etusivu/kauppa/kodin-valineet/mittausvalineet/30773> viitattu: 22.2.2021.
 52. CDON, 2021, <https://cdon.fi/pienkoneet/puhuva-kotitalous-ja-bbq-lampomittari-valkoinen-p44781185> viitattu: 22.2.2021.
 53. Perna, J., *Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen*, akateeminen väitöskirja, kemian laitos, Helsingin yliopisto, 2011.
 54. Saaranen-Kauppinen, A. ja Puusniekka, A., KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto, Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto, 2006 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/index.html> viitattu: 19.01.2021.
 55. Walker, R., *Handbook A4: Getting and analysing of qualitative data. The PREST training resources.* Commonwealth of learning. 2004.
 56. Celia, 2021, <https://www.celia.fi/> viitattu: 22.2.2021.
 57. Kela, 2019, <https://www.kela.fi/apuvalineet> viitattu: 18.2.2021.
 58. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2019, *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019*, https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf viitattu: 22.2.2021.

Liitteet

Liite 1 Tutkimuksessa käytetyn verkkokyselyn julkaisussa käytetty saatetaksi Facebook-ryhmissä Kemian opettajat vertaisryhmä ja LUMA-aineiden opetus.

Hei kemian opettaja! Onko sinulla kokemusta kemian opettamisesta näkövammaiselle oppilaalle? Pro gradu-työni hyötyisi suuresti panoksestasi, jos kävisit vastaamassa alla olevaan kyselyyn. Kyselyyn vastaamiseen kuluu aikaa n. 15–30 minuuttia. Mikäli tiedät kollegasta ketä tämä aihe koskettaa, voi kyselyä jakaa eteenpäin.

Kiitos avustanne!

Liite 2 Kyselytutkimuksessa käytetty kyselypohja.

Näkövammaisen oppilas kemian kokeellisessa opetuksessa

Olen Tuomo Poikela ja teen Pro gradu-työtä Jyväskylän yliopiston kemian laitokselle aiheenani kemian kokeellinen opettaminen näkövammaisille oppilaille. Tutkimuksen pohjalta julkaistaan tukiopas, joka on tarkoitettu opettajien käyttöön, jotka opettavat kemiaa näkövammaisille oppilaille.

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää kemian opetusta näkövammaisille oppilaille Suomen peruskouluissa ja lukioissa. Tutkimus keskittyy kokeelliseen työskentelyyn opetuksen osana. Pääpaino tutkimuksessa on peruskoulun 7–9-luokkien opetuksessa, mutta useat tutkimuksessa esiin nousevat asiat ovat sovellettavissa myös lukio-opetukseen.

Näkövammaisten oppilaiden opettaminen on haastavaa ja usein kemian opettaja joutuu tilanteeseen ilman koulutusta tai kokemusta näkövammaisista oppilaista. Tästä syystä onkin tärkeää kerätä kaikki mahdollinen tieto ja kokemus, mitä suomalaisilla kemian opettajilla aiheeseen liittyen on. Tämän vuoksi tutkimus toteutetaan pääasiassa kyselytutkimuksena. Kyselyn tarkoituksena on kartoittaa sellaisten opettajien, joilla on kosketuspintaa näkövammaisten opettamiseen kemiassa, näkemyksiä ja kokemuksia kemian opettamisesta näkövammaiselle oppilaalle. Lisäksi tutkimuksen kannalta olisi hyödyllistä, jos opettajat jakaisivat käyttämiään keinoja ja apuvälineitä, koska näin nämä keinot saataisiin kaikkien niiden opettajien käyttöön, joita tämä aihe koskettaa. Kyselyä saa myös jakaa eteenpäin opettajille, joilla on kokemusta kemian opettamisesta näkövammaisille oppilaille.

Tutkimus tehdään Pro gradu-työnä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella osana aineenopettajan koulutusta.

Työn ohjaajana toimii Jouni Väliisaari e-mail: jouni.k.valisaari@jyu.fi

Tutkimusaineistoa käsitellään luottamuksellisesti ja se on ainoastaan työn tekijän ja työn ohjaajan käytettävissä. Aineisto hävitetään kuukauden kuluttua opinnäytetyön valmistumisesta. Vastauksia ei yksilöidä ja niitä käsitellään työssä siten, ettei henkilöä pysty niistä tunnistamaan. Myöskään mahdolliseen haastatteluun osallistuvia henkilöitä ei yksilöidä työssä millään tavoin eikä heitä voida tunnistaa julkaistavista sisällöistä.

Kyselyssä 'oppilas' viittaa pääsääntöisesti näkövammaiseen oppilaaseen, ellei toisin ole mainittu ja 'opetus' kemian oppitunneilla tapahtuvaan opetukseen.

1. Pääaineesi?

- Kemia
- Fysiikka
- Matematiikka
- Muu

2. Kuinka pitkään olet toiminut kemian opettajana?

- 0-2 vuotta
- 2-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- yli 10 vuotta

3. Millä luokka-asteilla olet opettanut näkövammaista oppilasta? Voit valita useamman vaihtoehdon.

- 1. lk
- 2. lk
- 3. lk
- 4. lk
- 5. lk
- 6. lk
- 7. lk
- 8. lk
- 9. lk
- 10. lk
- lukio
- ammattikoulu
- korkeakoulu

4. Vastaa väittämiin asteikolla 1-5.**1= täysin eri mieltä****2= jokseenkin eri mieltä****3= ei samaa eikä eri mieltä****4= jokseenkin samaa mieltä****5= täysin samaa mieltä****6= en osaa sanoa**

	1	2	3	4	5	6
Oppilaalle sopivaa oppimateriaalia oli saatavilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sopivan oppimateriaalin hankkiminen oli vaivatonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppimateriaali välitti saman sisällön oppilaalle, kuin vastaava näkevien materiaali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Mistä sait näkövammaiselle sopivaa oppimateriaalia?

6. Millä osa-alueella oppimateriaali ei mielestäsi toiminut?

7. Vastaa väittämiin asteikolla 1-5.**1= täysin eri mieltä****2= jokseenkin eri mieltä****3= ei samaa eikä eri mieltä****4= jokseenkin samaa mieltä****5= täysin samaa mieltä****6= en osaa sanoa**

	1	2	3	4	5	6
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen koululta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen Oppimis- ja ohjauskeskus Valterilta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sain tukea näkövammaisen oppilaan kemian opetukseen muulta taholta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Millaisiin asioihin kemian opettaja mielestäsi tarvitsee tukea tai apua, kun opetusryhmään tulee näkövammaisen oppilas?

9. Missä asioissa koet onnistuneesi opettaessasi näkövammaista oppilasta?

10. Mitä koet oppineesi opettaessasi näkövammaista oppilasta?

11. Valteri on Opetushallituksen alaisuudessa toimiva valtakunnallinen oppimis- ja ohjauskeskus, joka tukee lähikouluperiaatteen toteutumista tarjoamalla monipuolisia palveluja yleisen, tehostetun ja erityisen tuen tarpeisiin. (valteri.fi)

Millainen on kokemuksesi yhteistyöstä Oppimis- ja ohjauskeskus Valterin kanssa?

12. Vastaa väittämiin asteikolla 1-5.**1= täysin eri mieltä****2= jokseenkin eri mieltä****3= ei samaa eikä eri mieltä****4= jokseenkin samaa mieltä****5= täysin samaa mieltä****6= en osaa sanoa**

	1	2	3	4	5	6
Oppilas pystyi osallistumaan tunnilla kokeelliseen työskentelyyn. (Jos kokeellisuutta ei ollut, vastaa 6=eos.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilas pystyi seuraamaan demonstraatiota.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilas pystyi osallistumaan oppilastyön tekoon. (Tällä tarkoitetaan osallistumista itse työhön, ei esimerkiksi pelkkien kirjausten tekemistä.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilas pystyi tekemään havaintoja kokeellisuuden aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilas pystyi tekemään päätelmiä havainnoista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilas pystyi raportoimaan tuloksista yhtä kattavasti kuin näkevät oppilaat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koululla oli välineitä, joita oppilas pystyi käyttämään kokeellisessa työskentelyssä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppilaalle löydettiin tai saatiin kokeelliseen työhön soveltuvia välineitä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muutin omaa toimintaani oppilaan vuoksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Miten huomioit näkövammaisen oppilaan opetuksen kokeellisessa osuudessa?

14. Millaisia apuvälineitä oppilas käytti kokeellisessa työskentelyssä?

15. Millaisia apuvälineitä oppilas käytti muussa toiminnassa kemian tunnilla?

16. Miten muutit omaa toimintaasi opetuksen aikana?

17. Jos sinulla on kokemusta näkövammaisten oppilaiden opettamisesta luonnontieteellisissä aineissa ja olet halukas osallistumaan tutkimukseen myös haastattelun muodossa, jätä tähän sähköpostiosoitteesi.

Kiitos osallistumisestasi!

Liite 3 Tutkimuksen pohjalta luotu opettajan pikaopas

Näkövammainen oppilas kemian opetuksessa – opettajan pikaopas

Tuomo Poikela



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Julkaisija: kemian laitos, Jyväskylän yliopisto

© Jyväskylän yliopisto ja kirjoittaja

ISBN 978-951-39-8583-7

Jyväskylä 2021

Lukijalle

Tämä opas on tarkoitettu kemian opettajien käyttöön, jotka kohtaavat työssään näkövammaisen oppilaan. Oppaassa käydään lyhyesti läpi yleistä tietoa näkövammasta ja näkövammaisista nuorista Suomessa sekä esitellään näkövammaisten oppilaiden usein käyttämiä apuvälineitä ja opiskelutekniikoita. Oppaan päätarkoitus on kuitenkin antaa opettajalle ohjeita ja vinkkejä työskentelyyn näkövammaisen kanssa sekä esitellä saatavilla olevia välineitä ja muita opetusta helpottavia asioita, jotka soveltuvat näkövammaiselle oppilaalle. Oppaassa asiat esitellään tiiviisti, mutta lisätietoa välineistä löytyy esimerkiksi keväällä 2021 julkaistusta Pro gradu-tutkielmastani ”Näkövammaisen oppilas kemian opetuksessa suomalaisessa peruskoulussa ja lukiossa” sekä tutkielmassa käytetyistä alkuperäisistä lähteistä. Oppaan loppuun on myös koottu merkittäviä toimijoita näkövammaisten opetuksen saralla. Tämän oppaan on tarkoitus toimia opettajan ensiapuna, josta kemian opettaja saa tiivistetysti tietoa liittyen näkövammaan ja sen kanssa toimimiseen.

Tämä opas tehtiin keväällä 2021 Pro gradu-tutkielmaa varten tehdyn tutkimustyön pohjalta tavoitteena helpottaa kemian opettajien työtä heille usein uudessa tilanteessa ja sitä kautta parantaa näkövammaisten asemaa niin koulussa kuin yhteiskunnassa.

Tampereella 15.3.2021

Tuomo Poikela

Näkövammainen oppilas

Näkövammamääritykseen voidaan käyttää useita erilaisia tapoja. Maailman terveysjärjestö WHO käyttää määrittelyssään visus-arvoa, jolla kuvataan silmän näöntarkkuutta. Tällöin näkövammaiseksi luokitellaan henkilö, jonka paremman silmän visus-arvo on alle 0,3 tai hänellä on näkökentässään puutoksia. On huomattavaa, että näkövammaisuutta WHO:n määritelmässä mitataan taittovirheen korjauksen jälkeen, eli suurin osa silmälaseja tai piilolinsejä käyttävistä henkilöistä eivät ole näkövammaisia. Yleisemmin näkövammainen on sellainen henkilö, jonka näön alenemisesta on haittaa hänen päivittäisissä toiminnoissaan. Lisää tietoa näkövammasta tarjoaa Näkövammaisten liitto.

Näkövammaisilla henkilöillä, varsinkin sokeilla, on usein merkittävän konkreettinen maailmankuva, eli heidän käsityksensä ympäristöstä koostuu voimakkaasti niistä asioista, joihin heillä on ollut suora kontakti. Tämän seurauksena esimerkiksi tilojen hahmottaminen voi olla työlästä eivätkä asioita tai esineitä kuvaavat kuvat ole välttämättä helppoja hahmottaa. Esimerkiksi syntymästään asti sokealle henkilölle kuva kaupungin siluetista ei ole mielekäs. Tilannetta voisi verrata näkevän ihmisen tilanteeseen, jossa on kuullut puhuttavan henkilöstä, muttei ole nähnyt hänestä edes kuvaa. Luultavasti häntä ei tunnistaisi kadulla.

Heikkonäköinen oppilas pystyy usein käyttämään näköaistiaan opiskeluunsa, jolloin hänen apuvälineisiinsä kuuluu usein suurentavia tai kontrastia parantavia välineitä. Sokea oppilas käyttää opiskelussaan muita aistejaan, joista pääosassa ovat kuulo- ja tuntoaisti. Peruskoulun 7–9 luokilla sokeatekniikoita käyttävillä oppilaille on pääasiassa käytössään tietokoneet, joissa käytetään ruudunlukuohjelmia. Ruudunlukuohjelmien tehtävä on muuttaa teksti joko puhesyntetisaattorin avulla puheeksi, jota kuunnellaan tai pistekirjoituksesi erillisen pistenäytön avulla. Yleisimmin käytössä olevat ruudunlukuohjelmat ovat JAWS ja NVDA. Oppikirjoja on usein myös saatavilla ääni- tai pistekirjoina opetus- ja kulttuuriministeriön alaisen asiantuntijakeskus Celian kautta. Oppilaiden opiskelutekniikat ovat luonnollisesti yksilöllisiä ja onkin tärkeää keskustella oppilaan itsensä kanssa siitä, miten hän kokee oppivansa parhaiten, millaista materiaalia hänen on helpointa käyttää sekä muista toimintatavoista. Myös mahdollisen oppilaan avustajan kanssa on hyvä keskustella eri toimintatavoista.

Ennen itse oppituntien alkua olisi hyvä, että oppilaalla olisi mahdollisuus tutustua luokkatilaan rauhassa. Oppilaan kannalta tärkeät kulkureitit on hyvä käydä läpi, kuten myös yleiseen työturvallisuuteen kuuluvat asiat, kuten hätäsuihkun sijainti ja poistumistiet. Luonnollisesti tähän liittyy haasteita, mikäli kemian oppitunteja järjestetään vaihtuvissa tiloissa. Vaihtuvien tilojen osalta täytyy muistaa, että sokea henkilö ei pysty keräämään informaatiota näköaistinsa varassa. Esimerkiksi pelkkä suullinen informaatio ”oven vieressä” ei välttämättä ole riittävä. Toki myös mahdollista avustajaa voidaan hyödyntää tällaisissa tilanteissa. Olisi kuitenkin hyvä, mikäli oppilas pystyisi vakituksessa luokassa liikkumaan itsenäisesti.

Oppilaan itsenäistä työskentelyn helpottamiseksi kannattaa tunnilla käytettäviä välineitä säilyttää aina samoissa paikoissa, jolloin säilytyspaikat voidaan merkitä myös pistemerkinnoilla. Kemikaaliastiat kannattaa merkitä heikkonäköisen oppilaan kohdalla tarpeeksi suurella ja hänelle sopivalla fontilla tai sokean oppilaan kohdalla pistekirjoituksella. Pistekirjoitusmerkintöjä varten on saatavilla tarrakirjoittimia esimerkiksi apuvälinemyymälä Aviriksesta.

Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri

Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri toimii Opetushallituksen alaisuudessa ja tarjoaa palveluja näkövammaisille oppilaille sekä heidän kanssaan työskenteleville henkilöille. Esimerkiksi opettajien on mahdollista saada Valterin kautta perehdytystä ja koulutusta liittyen näkövammaan sekä näkövammaisen oppilaan kanssa toimimiseen. Näkövammaisille oppilaille Valteri tarjoaa ohjausta oppilaan lähikoulussa, sekä Jyväskylässä järjestettäviä tukijaksoja. Suuri osa lähikouluissa opiskelevista näkövammaisista lapsista ja nuorista käy tukijaksoilla, joilla pyritään tukemaan oppilaan koulunkäyntiä ja kuntoutusta. Syksyllä 2020 tehdyssä kyselytutkimuksessa opettajat, jotka kertoivat olleensa Valterin perehdytyksessä tai koulutuksessa, kokivat sen olleen heille hyödyllinen. Mikäli siis omassa opetuksessa on näkövammaisen oppilas, kannattaa selvittää mahdollisuus Valterin tarjoamaan koulutukseen.

Työturvallisuus

Työturvallisuuden suhteen merkittävimmät uhat liittyvät kuumiin esineisiin, vaarallisiin kemikaaleihin sekä rikkoutumisherkkiin astioihin. Astioita ja muita välineitä kannattaa säilyttää mahdollisimman tukevasti, etteivät ne pääse kaatumaan tai tippumaan. Kemikaalien käyttöä on

hyvä ainakin harjoitteluvaiheessa tehdä pääasiassa näkevän henkilön kanssa, joka voi olla joko toinen oppilas tai avustaja. Erilaisia mittauksia varten on saatavilla kaupallisena tarvikepakkauksia esimerkiksi American printing house for the blind:n verkkokaupasta. Mittausvälineinä voidaan myös käyttää itsetehtyjä välineitä, kuten ruiskuja. Ruiskut voivat olla joko tilavuudeltaan tunnettuja tai ruiskun mäntään voidaan tehdä merkintöjä, jotka vastaavat haluttua tilavuutta. Merkinnät voidaan tehdä esimerkiksi tekemällä muoviin lovi tai kuumaliimalla. Keitinlasissa voidaan käyttää mittavälein merkittyä tikkua, jonka alapäässä on kelluke. Suppilo auttaa nesteiden kaatamisessa astiaan. Heikkonäköisen oppilaan kohdalla käytettyjen merkintöjen tulisi erottua hyvin taustastaan kontrastin ja fontin koon osalta. Lasiastia voi myös heijastaa valoa, joka voi haitata heikkonäköisen oppilaan näönkäyttöä.

Oppilastöissä tehtäviä kuumennuksia voidaan tehdä polttimon sijasta keittolevyllä. Tämä kuitenkin vie aikaa huomattavasti enemmän, joten on hyvä tietää myös polttimon käytön turvallisuutta parantavia asioita. Heikkonäköistä oppilasta varten voidaan kaasupolttimon poltinosat merkitä kirkkaalla värillä, jolloin ne erottuvat selkeämmin taustasta. Liekin kohdalle voidaan myös laittaa ohuesta metallilangasta tehty rakennelma, joka kuumentuessaan hehkuu, jolloin liekin sijainnin tunnistaminen on helpompaa. Sokean oppilaan työskentelystä turvallisempaa voi tehdä tavallista pidemmät tulitikut sytytyksessä, sekä kolmijalan käyttö polttimon kanssa. Kolmijalka voi auttaa sokeaa oppilasta hahmottamaan aluetta, jossa on vaara saada palovammoja.

Opettajan toiminta

Kun oppitunnilla on mukana näkövammaisen oppilas, on opettajan hyvä huomioida tämä myös omassa opetuksessaan. Opettajan kannattaa välttää runsaan visuaalisen informaation käyttöä opetuksessa ja kiinnittää erityistä huomiota opetuksen selkeyteen. Asioihin tai paikkoihin viittaavien pronominiinien käyttöä, kuten ”tämä”, ”tuo”, ”sinne”, kannattaa välttää. Sen sijaan kannattaa aina nimetä asiat, joista puhuu. Tällainen toiminta voi hyödyttää myös muita ryhmän oppilaita, joten selkeään sanoittamiseen kannattaa kiinnittää huomiota. Vastaavasti jos käyttää esimerkkinä esineitä tai asioita, voi pyrkiä valitsemaan ne siten että myös näkövammaisella oppilaalla on luultavasti asiasta kokemusta. Lisäksi mikäli varsinainen asia tai esine on saatavilla luokassa, on tämän käyttö kannattavaa. Varsinkin sokealle henkilölle on esineen tutkiminen käsin huomattavasti havainnollistavampaa kuin esineen kuvan tutkiminen.

Yleisesti ottaen heikkonäköisen oppilaan tapauksessa pyritään maksimoimaan näön käyttöä tälle sopivalla tavalla. Sokean oppilaan tapauksessa pyritään informaatio välittämään muita aisteja käyttäen. Näkövammaisen oppilas usein erottuu joukosta, joten mukautuksia tehtäessä on hyvä huomioida apuvälineiden ja muiden erikseen tehtävien mukautusten vaikutus tähän. Usein pyritäänkin minimaalisiin mukautuksiin, joilla oppilas pystyy toimimaan mahdollisimman hyvin. Oppilaalla voi myös olla voimakas halu olla erottautumatta vammansa vuoksi joukosta, minkä vuoksi keskustelu oppilaan kanssa on tärkeää.

Välineet työskentelyyn kemian tunnilla

LoggerPro ja JAWS

Toinen yleisimmin käytetyistä ruudunlukuohjelmistoista, JAWS, on yhteensopiva Vernierin LoggerPro-ohjelmiston kanssa. Tämä mahdollistaa näkövammaiselle erilaisten antureiden käytön samaan tapaan kuin näkevätkin käyttävät. Yhteensopivuus vaatii maksullisen lisäosan, JAWS script:n hankkimista, mutta hankinta lienee perusteltavissa Kelalle opiskelun kannalta välttämättömänä välineenä, mikäli LoggerPro:ta käytetään opiskelussa. Tarvittavaa lisäosaa myy Independence Science.

NavMol

NavMol-ohjelmisto on väline molekyylien tutkimista ja muokkaamista varten. Ohjelmassa on saatavilla valikoima molekyyliä, joita ohjelman avulla voidaan tarkastella. Ohjelmaan on integroitu puhesyntetisaattori, mutta sitä voidaan myös käyttää muiden ruudunlukuohjelmien kanssa. Molekyyliä tarkastellaan atomi kerrallaan, jolloin ohjelmassa olevassa näytössä näkyy koko molekyyli, sekä tarkasteltava atomi. Kuvan alapuolella olevaan tekstikenttään tulee teksti, jossa on atomin tiedot, kuten atomin nimi, numero, atomiin liittyneiden atomien määrä sekä suunta suhteessa edelliseen atomiin. Ohjelmassa käytetään kellokoordinaatistoa ilmaisemaan suuntaa ja myös ohjelman puhesyntetisaattorissa on stereoääni suunnan havainnollistamista varten. Atomeja voidaan myös muokata esimerkiksi vaihtamalla tai poistamalla haluttuja atomeja molekyylistä. NavMol voi soveltua käyttöön esimerkiksi lukiossa kemiaa opiskelevalle oppilaalle, jolla on jo jonkinlainen käsitys molekyylien rakenteesta ja joka joutuu käsittelemään useita erilaisia molekyyliä suhteellisen lyhyen ajan sisään. NavMol on ladattavissa ilmaiseksi.

Titration ColorCam

Titration ColorCam, eli TCC, on mobiilisovellus, joka käyttää älypuhelimien tai tabletin kameraa havainnoidakseen titrauksen etenemistä. Käyttäjä pystyy havainnoimaan muutoksia sovelluksen tuottaman äänimerkin ja värin avulla. Sovellukseen on ohjelmoitu käytetyimpien indikaattoreiden värit titrauksen eri vaiheissa käyttäen hex-arvoja. Kun titrattavan liuoksen väri lähestyy titrauksen päätepistettä, tihenevät sovelluksen tuottamat ääni- ja värinämerkit. TCC sopii sekä näkövammaisille että värisokeille oppilaille käytettäväksi titraustyössä. Huomioitavaa sovelluksen käytössä on tasainen valo, vaalea tausta sekä teline tai tuki laitteelle, jossa sovellusta käytetään. Sovellus on saatavilla Android-käyttöjärjestelmälle.

SALS eli auditiivinen valoanturi

Submersible Audible Light Sensor, eli SALS on valoanturi, joka yhdessä mobiilisovelluksen kanssa tuottaa äänimerkkiä, joka muuttuu valon intensiteetin mukaan. Anturi voidaan upottaa nesteisiin ja sillä voidaan siis tutkia esimerkiksi värin muutosta tai sakan muodostumista liuoksessa. Laitteella voidaan myös kirjata ylös taajuuslukuja, joiden avulla voidaan esimerkiksi vertailla useampaa liuosta keskenään. SALS ei ole vielä kaupallisesti saatavilla, mutta maaliskuussa 2021 olevan tiedon mukaan sen olisi tarkoitus tulla kaupallisesti saataville loppuvuodesta 2021 tai alkuvuodesta 2022. Tuotetta kehittää American Printing House for the Blind.

Olfaktoriset happo-emäs-indikaattorit

Hajuaistiin perustuvia happo-emäs-indikaattoreita voidaan käyttää titrauksissa kolorimetristen indikaattoreiden sijaan. Olfaktoriset titraukset toimivat tässä mainituilla indikaattoreilla paremmin emäksisestä happamaan titratessa, jolloin emäsluokseen uutetaan indikaattorina toimivaa ainetta. Kun tätä liuosta titrataan hapolla, titrauksen päätepisteessä vapautuu liuoksesta haju, joka kertoo titrauksen päättyneen. Haju ei usein viivy kovin pitkää aikaa, joten työssä kannattaa käyttää pientä tuuletinta tai esimerkiksi luokkatoveria tuottamaan hidas ilmavirta työn tekijän suuntaan. Tällainen työ sopii lähes kaikille oppilaille, koska itse titraus tapahtuu samalla tavalla kuin kolorimetristä indikaattoria käytettäessä. Olfaktorisina indikaattoreina toimivat ainakin keltasipuli, punasipuli, valkosipuli, hopeasipuli sekä eugenoli, joka on neilikkaöljyn pääainesosa.

Muita välineitä

Puhuvia vaakoja sekä lämpömittareita on saatavilla laajasti esimerkiksi apuvälinemyymälä Aviriksen verkkokaupasta tai muista verkkokaupoista. Myös tietokoneeseen liitettäviä välineitä on saatavilla, mutta mikäli ei ole tarvetta mitata massaa hyvin tarkasti, on saatavilla huomattavasti halvempia puhuvia vaihtoehtoja. Lämpömittarin valinnassa kannattaa huomioida lämpötilat, jotka mittari kestää.

Molekyylien piirtämisen sijaan perinteinen pallo-tikkumalli on hyvä vaihtoehto. Samoja malleja voi käyttää myös molekyylejä esittävien kuvien sijaan, jolloin esimerkiksi avustaja voi rakentaa mallin. Rakentamista varten itse mallin osia ei välttämättä ole tarpeen merkitä, koska palloissa olevat reiät kertovat mikä atomi on kyseessä. Sen sijaan esimerkiksi laatikot, joissa atomimalleja pidetään, voidaan merkitä pistekirjoituksella. Myös kohokuvioita voidaan käyttää ja usein oppikirjojen mukana tulee kohokuvioita. On kuitenkin hyvä huomioida, että pelkän kohokuvion perusteella ei näkövammaisen oppilas välttämättä saa tarpeeksi hyvää käsitystä kuvatuista asiasta. Esimerkiksi kuvaajia tai graafeja voidaan suurentaa, pienentää tai yksinkertaistaa erityisen Ritmuff-piirustuskalvon avulla. Kalvoon jää kuulakärkikynästä kohokuvio. Erillistä kuvaa piirrettäessä on usein sopiva koko noin kämmenen kokoinen, mutta yksilöllistä vaihtelua oppilaiden välillä on.

Näkövammaisen oppilaan saapuminen kemian oppitunnille tuo mukanaan haasteita, joita ei vielä ole kaikkia pystytty aukottomasti ratkaisemaan. Sekä kemian luonne että opetuksessa käytettävät menetelmät nojaavat usein voimakkaasti visuaalisuuteen, jolloin näkövammaisen oppilas on jo lähtötilanteessa haastavammassa asemassa verrattuna näkeviin oppilaisiin. Onneksi asian eteen on tehty kehitystyötä ja erityisesti tietotekniikan kehitys mahdollistaa näkövammaisten osallistumisen opetukseen aiempaa paremmin. Näköaistia tuskin koskaan pystytään täydellisesti korvaamaan, mutta muun muassa edellä mainituin keinoin voidaan näkövammaisille tarjota parempi mahdollisuus opiskella kemiaa. Kokemukset onnistumisesta ja omasta pystymisestä voivat olla merkittävässä osassa, kun nuori tekee päätöksiä omasta tulevaisuudestaan.

Merkittäviä toimijoita

American Printing House for the Blind, <https://www.aph.org/>

Apuvälinemyymälä Aviris, <https://www.aviris.fi/fi/etusivu>

Asiantuntijakeskus Celia, <https://www.celia.fi/>

Independence Science, <https://independencescience.com/>

Näkövammaiset lapset, <https://www.silmatera.fi/>

Näkövammaisten liitto, <https://www.nkl.fi/fi/tervetuloa-nakovammaisten-liittoon>

Oppimis- ja ohjauskeskus Valteri, <https://www.valteri.fi/>

Lisätietoja ja kirjallisuutta

Bandyopadhyay, S. ja Rathod, B. B., The sound and feel of titrations: A smartphone aid for color-blind and visually impaired students, *Journal of chemical education*, **2017**, 94(7), 946-949.

Boyd-Kimball, D., Adaptive instructional aids for teaching a blind student in a nonmajors college chemistry course, *Journal of chemical education*, **2012**, 89(11), 1395-1399.

Dion, M.; Hoffman, K. ja Matter, A., *Teacher's manual for adapting science experiments for blind and visually impaired students.*, Perkins school for the blind, 2000.

Fartaria, R. P. S.; Pereira, F.; Bonifácio, V. D. B.; Mata, P.; Aires-de-Sousa, J. ja Lobo, A. M., NavMol 2.0 – A molecular structure navigator/editor for blind and visually impaired users, *European journal of organic chemistry*, **2013**, 2013(8), 1415-1419.

Flair, M. N. ja Setzer, W. N., An olfactory indicator for acid-base titrations: A laboratory technique for the visually impaired, *Journal of chemical education*, **1990**, 67(9), 795.

Graybill, C. M.; Supalo, C. A.; Mallouk, T. E.; Amorosi, C. ja Rankel, L., Low-cost laboratory adaptations for precollege students who are blind or visually impaired, *Journal of chemical education*, **2008**, 85(2), 243.

Hoffmann, R., The SALS app: Making chemistry accessible with iOS devices, *Journal of science education for students with disabilities*, **2019**, 22(1).

Neppel, K., Oliver-Hoyo, M., Queen, C., & Reed, N., A closer look at acid-base olfactory titrations. *Journal of chemical education*, **2005**, 82(4), 607-610.

Poikela, T., *Näkövammaisen oppilas kemian opetuksessa suomalaisessa peruskoulussa ja lukiossa*, Pro gradu-tutkielma, kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, 2021.

Supalo, C. A.; Kreuter, R. A.; Musser, A.; Han, J.; Briody, E.; McArtor, C.; Gregory, K. ja Mallouk, T. E., Seeing chemistry through sound: A submersible audible light sensor for observing chemical reactions for students who are blind or visually impaired, *Assistive technology outcomes and benefits*, **2006**, *3(1)*, 110-116.

Supalo, C. A. ja Mallouk, T. E., Talking tools to assist students who are blind in laboratory courses, *Journal of science education for students with disabilities*, **2007**, *12(1)*, 27-32.