Tampereen yliopisto

Mitja Hyytiänen

KEHITTÄMISTUTKIMUS EHEYTTÄVÄN OPETUKSEN KÄYTÖSTÄ 7. LUOKKA-ASTEEN KEMIAN AINEOPETUKSESSA

Kandidaatintyö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
08/2021

TIIVISTELMÄ

Mitja Hyytiänen: Kehittämistutkimus eheyttävän opetuksen käytöstä perusopetuksen kemian aineopetuksessa
Design-based research on the use of integrative learning in comprehensive school chemistry teaching
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tekniikan ja luonnontieteiden TkK-tutkinto-ohjelma, teknis-luonnontieteellinen
Kesäkuu 2021

Eheyttävää opetusta on ehdotettu vaihtoehdoksi perinteisen kouluopetuksen jakautumiselle jyrkkiin oppiainerajoihin ja sen tavoitteena on muodostaa pedagogisesti eheitä oppimiskokonaisuuksia, joiden avulla häivytetään perinteisiä oppiainerajoja ja yhdistetään opittavia asiakokonaisuuksia reaalimaailman ilmiöihin ja konsepteihin. Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli tutkia eheyttävän opetuksen (engl. integrative learning) soveltuvuutta perusasteen kemian opetukseen sekä eheyttävän opetuksen käyttöön liittyviä erityisiä haasteita perusasteen kemian opetuksen näkökulmasta. Tämän lisäksi tutkittiin, millainen vaikutus eheyttävän opetuksen käytöllä oli oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana. Tutkimus suoritettiin Tampereen yliopiston normaalikoululla osana aineopettajan pedagogisten opintojen tutkivan harjoittelun opetuskokeilua seitsemännellä luokka-asteella. Vallitsevan Covid-19 pandemiatilanteen johdosta opetuskokeilujakso toteutettiin etäopetuksena.

Eheyttävän opetuksen luonteen vuoksi tutkimus toteutettiin kehittämistutkimuksena (engl. design research tai design-based research), jonka tarkoituksena on tuottaa tieteellisesti pätevää, käytännön tarpeista kumpuavaa tutkimustietoa opetuksen kehittämisen tueksi. Tutkimuskysymyksiä käsiteltiin kirjallisuusanalyysillä sekä reflektoimalla opetusharjoittelua kirjallisesti tuntisuunnitelmien sekä opetuskokeilua varten laaditun oppimateriaalin ja oppituntisuunnitelmapaketin kautta. Kehittämistuotoksena opetusharjoittelujakson oppitunneille tehtiin eheyttävää opetusta soveltava tuntisuunnitelmakokonaisuus, jota kehitettiin opintojaksolla saadun palautteen kautta edelleen lopulliseksi kehittämistuotokseksi.

Eheyttävän opetuksen todettiin soveltuvan hyvin perusasteen kemian opetukseen. Eheyttävän opetuksen erityiseksi haasteeksi nousi vertikaalinen eheyttäminen, jolla tarkoitetaan eheyttävään opetuskokonaisuuteen sisällytettävien yksittäisten oppiaineiden oppimistavoitteiden toteutumisen varmistamista asianmukaisen ja riittävän kollegiaalisen oppituntisuunnittelun kautta. Työn ensimmäisen kehityssyklin tuloksena saatiin opetuskokeilua varten laadittu eheyttävää opetusta hyödyntävä viisi oppituntia käsittävä oppituntisuunnitelmapaketti, jonka mukaiset oppitunnit pidettiin osana opetuskokeilujaksoa. Oppitunneilta kerättiin palautetta niin ohjaavalta opettajalta kuin oppilailta ja oppituntisuunnitelmapakettia kehitettiin saadun palautteen perusteella seuraavassa kehityssyklissä paremmin eheyttävää opetusta hyödyntäväksi. Tutkimuksen tulosten perusteella eheyttävän opetuksen todettiin vaikuttaneen positiivisesti oppilaiden suhtautumiseen kemiaan oppiaineena ja tieteenalana.

Avainsanat: Kehittämistutkimus, eheyttävä opetus, perusasteen kemian opetus, opetuksen kehittäminen, etäopetus, eheyttävä oppituntisuunnittelu, vertikaalinen eheyttäminen;

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO 1
KEHITTÄMISTUTKIMUS 3
1.1 Johdatus kehittämistutkimuksen maailmaan 3
1.2 Kehittämisprosessi ja sen luotettavuus 4
1.3 Kehittämisprosessi tässä työssä 6
TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI 8
1.4 Kemian eheyttävä opetus 8
1.5 Kemiallisen tiedon tasot 10
1.6 Motivaation ja kiinnostuksen suhde kemian opiskeluun 11
EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI 14
1.7 Perusopetuksen kemian oppikirjojen analysointi 14
1.8 Perusopetuksen opetussuunnitelman tarkastelu 16
KEHITTÄMISTUOTOKSET JA LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI 18
1.9 Ensimmäinen kehittämistuotos 18
1.9.1 Tuntisuunnitelmat 19
1.9.2 Tuntisuunnitelmien ja niiden testaamisen onnistumisen pohdinta 21
1.10 Toinen kehittämistuotos 23
1.11 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi 25
YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET 27
LÄHTEET 29
LIITE A: TUNTISUUNNITELMAT 32
LIITE B: TOISEEN TUNTISUUNNITELMAAN TEHDYT MUUTOKSET 47

.

1. JOHDANTO

Koulussa tapahtuva opetus on perinteisesti ollut vahvasti oppiaineisiin jakautunutta, minkä takia sitä on kritisoitu siitä, että se tuottaa oppilaille irrallista tietoa, jota ei osata käyttää koulukontekstin ulkopuolella ns. ”todellisessa elämässä” eikä se täten tue opetuksen tavoitetta kehittää oppilaista toimintakykyisiä ja päätöksiin kykeneviä kansalaisia sekä opettaa yhteiskunnassa ja työelämässä tarvittavia tietoja ja taitoja. (Haatainen, 2014)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS) mainitaan, että ” Oppiainerajat ylittävä, kokeileva, tutkiva ja toiminnallinen työskentely oppilaita kiinnostavien ilmiöiden tarkastelemiseksi on tärkeää paitsi ajattelun taitojen myös oppimisen motivaation ja perusopetuksen jälkeisiin opintoihin liittyvien valintojen kannalta.” (Opetushallitus, 2014)

Ratkaisuksi tähän ongelmaan on esitetty eheyttävää opetusta (engl. integrative learning), jonka tarkoituksena on jäsentää oppiaines ja opetustilanteet mielekkäiksi kokonaisuuksiksi. (Kujamäki, 2009) Tämän perusteella pyritään luomaan uudenlaisia oppiainerajat ylittäviä opintokokonaisuuksia. Eheyttävän opetus on erityisen kiinnostavaa luonnontieteiden (fysiikka, kemia, biologia, maantieto) kannalta, sillä luonnontieteet tarkastelevat kaikki samaa asiaa, luontoa, omista lähtökohdistaan. (Karppinen, 2019)

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on tutkia millä tavoin eheyttävä opetus soveltuu perusasteen kemian opetukseen, liittyykö eheyttävän opetuksen käyttöön yläasteen kemian opetuksessa erityisiä haasteita sekä millaisia vaikutuksia eheyttävän opetuksen käytöllä on oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana. Tutkimus on toteutettu kehittämistutkimuksena.

Tutkimuskysymyksiä on lähestytty tutustumalla eheyttävää opetusta käsittelevään kirjallisuuteen sekä valmistamalla eheyttävää opetusta hyödyntävä tuntisuunnitelmakokonaisuus aineopettajan pedagogisten opintojen tutkivan harjoittelun jaksoa varten ja tekemällä samaisen opetusharjoittelun yhteydessä sähköisiä kyselyitä. Kirjallisuusanalyysillä pyritään vastaamaan siihen, millaisia erityishaasteita eheyttävän opetuksen käyttöön liittyy yläasteen kemian opetuksessa ja miten eheyttävä opetus ylipäänsä soveltuu perusopetuksen vuosiluokkien 7–9 kemian opetukseen. Opetusharjoittelun yhteydessä

teetettyjen kyselyiden ja oppituntisuunnitelmien tarkoituksena on tutkia jälkimmäistä tutkimuskysymystä eli sitä, millaisia vaikutuksia eheyttävän opetuksen käytöllä on oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana.

Toisessa luvussa tarkastellaan kehittämistutkimusta tutkimusmenetelmänä sekä syvennytään kehittämistutkimuksen tutkimusprosessiin, eli kehittämisprosessiin. Kolmas kappale käsittelee teoreettista ongelma-analyysiä, jonka avulla pyritään hakemaan vastauksia tutkimuskysymykseen eheyttävän kemian opetuksen soveltuvuudesta perusasteen kemian opetukseen. Tämän lisäksi siinä käsitellään muun muassa eheyttävän kemian opetusta sekä kemiallisen tiedon tasoja. Neljäs luku pitää sisällään empiirisen ongelma-analyysin, jossa syvennytään työn empiiriseen osuuteen, eli Tampereen yliopiston normaalikoulussa suorittuun opetuskokeiluun, liittyviin keskeisiin asioihin. Tässä luvussa analysoidaan perusasteen kemian oppikirjasarjoja ja perusasteen opetussuunnitelman perusteita. Luvussa viisi käsitellään työn kehittämistuotoksia ja arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta. Työn kuudes ja samalla viimeinen luku pitää sisällään työn yhteenvedon, johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset.

Työn aikana puhutaan sekä oppilaista, että oppijoista. Käsitteellä oppilas viittaan tässä työssä henkilöön, joka käy peruskoulun vuosiluokkia 1–9. Käsitteellä oppija taas viittaan peruskoulun oppilaisiin ja toisen asteen opiskelijoihin yleisenä kattoterminä.

2. KEHITTÄMISTUTKIMUS

2.1 Johdatus kehittämistutkimuksen maailmaan

Opetuksen tutkijat, vaikuttajat ja opettajat ovat pitkään olleet sitä mieltä, että opetuksen tutkimus on irrallaan opetuksen arkisista ongelmista. Tämän takia on opetuksen tutkimuksen parissa herännyt tarvetta uudenlaiselle näkökulmalle, joka lähtee liikkeelle suoraan koulumaailmassa ilmenevistä käytännön ongelmista tuottaen opetuksen järjestäjien arkisen toiminnan kannalta hyödyllistä tietoa. Tätä tutkimusmenetelmää kutsutaan kehittämistutkimukseksi. (The Design-Based Research Collective, 2003)

Kehittämistutkimus ei ole pelkästään yksi lähestymistapa opetuksen tutkimukseen vaan se pitää sisällään lukuisia lähestymistapoja, joiden yhteisenä tekijänä on uusien teorioiden, tuotosten ja käytäntöjen tuottaminen ja pyrkimys kehittää luonnollisessa ympäristössä tapahtuvaa opetusta ja oppimista. (Barab & Squire, 2009) Osittain tästä johtuen kehittämistutkimukselle ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää, mutta moninaisten määritelmien perustella kehittämistutkimusta voidaan kuvailla teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältäväksi sykliseksi tutkimusprosessiksi, jonka iteratiivinen kehittäminen syntyy muutoksen tarpeesta, kehittäminen johtaa käyttökelpoiseen lopputulokseen ja kehittäminen tuottaa opetusta edistävää tietoa. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimus rakentuu kolmen kategorian ympärille. Näistä ensimmäinen on kehittämisprosessi, jossa määritetään, miten kehittämistutkimuksessa edetään sekä määritellään toteuttamissuunnitelma ja tarvittavat resurssit. Täten varmistetaan, että kehittämisprosessi tuottaa toimintaa ja ajattelua ohjaavia teorioita ja toimintamalleja. Seuraava kategoria on ongelma-analyysi, jossa selvitetään kehittämistutkimuksen haasteet, tarpeet ja tavoitteet. Ongelma-analyysi voi olla teoreettinen tai empiirinen ja koostua esimerkiksi tarveanalyysista, testaamisesta tai arvioinnista. Ongelma-analyysi tuottaa sekä kontekstisidonnaisia teorioita, eli tietoa oppimisesta ja opetuksesta spesifissä kontekstissa, että haluttuun lopputulokseen pääsemistä kuvaavia teorioita. Viimeinen kategorioista on kehittämistuotos, joka vastaa kysymykseen siitä, millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa. Se on kehittäjien ratkaisu ongelma-analyysissä esiin nousseisiin haasteisiin ja kehittämisprosessin mahdollisuuksiin. Kehittymistuotokselle luonteenomaista on sen iteratiivinen kehittyminen tutkimusprosessin edetessä ja kehittäjien tietojen syventyessä. Kehittämistuotoskategorian tavoitteena on tuottaa kontekstisidonnaisia toimintaa ja ajattelua ohjaavia malleja. (Pernaa, 2013) Esimerkkinä tällaisesta

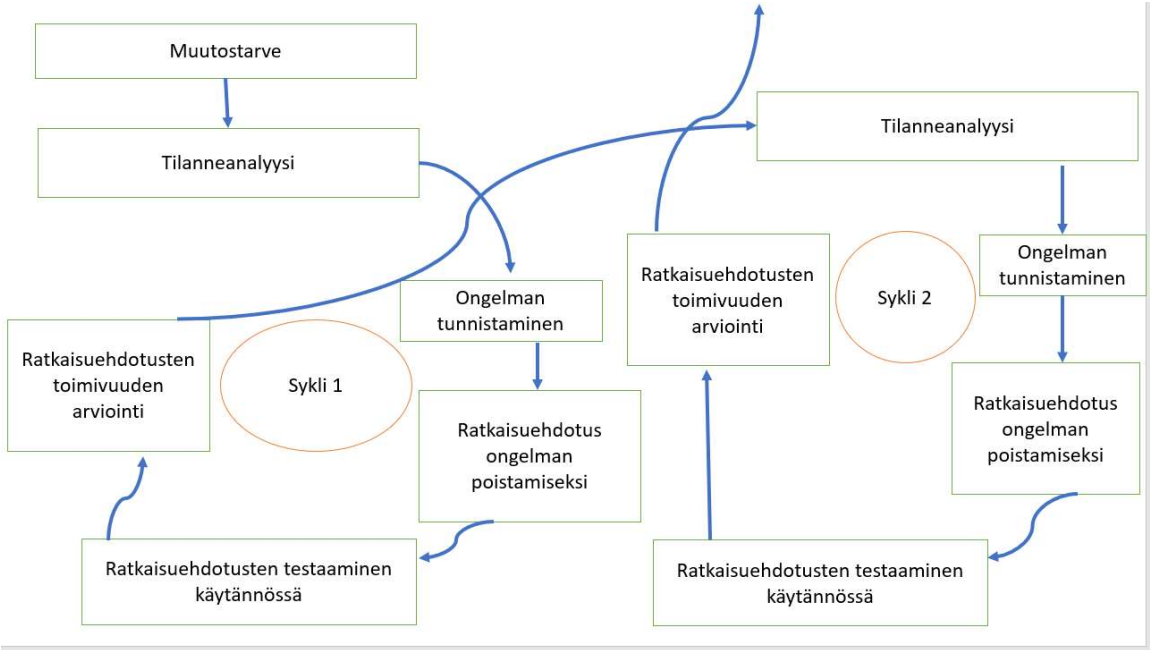
mallista mainittakoon esimerkiksi tietyn ilmiön opettamiseen soveltuva konkreettinen opetusmalli tai tietylle opiskelijaryhmälle suunniteltu kurssi. (Haatainen et al., 2015)

2.2 Kehittämisprosessi ja sen luotettavuus

Kehittämistutkimus alkaa aina ongelma-analyysilla, jossa tavoitteena on analysoida kehittämisen tarpeet, mahdollisuudet ja haasteet. Kehittämistarpeen ongelmasidonnaisuuden takia tämän vaihe on tutkimuksen kannalta pakollinen. Ongelma-analyysi voi olla luonteeltaan teoreettinen, empiirinen tai sisältää molempia analyysimuotoja. Teoreettisella ongelma-analyysilla tarkoitetaan aikaisempaan kirjallisuuteen ja teorioihin tutustumista, millä varmistetaan, että tutkimuksen kehittämispäätökset ja tutkimustulokset pohjautuvat aikaisempaan tutkimustietoon. Empiirinen ongelma-analyysi taas käsittää mm. haastatteluita ja oppikirjojen sisällöllistä analyysiä ja sen tarkoituksena on teoreettisessa ongelma-analyysissä mainittujen asioiden tutkimisen suunnittelu kontekstisidonnaisessa tilanteessa. (Pernaa, 2013)

Ongelma-analyysin jälkeen kehittämistavoitteet selkeytyvät ja niiden saavuttamiseksi laaditaan tutkimusta ohjaava alustava kehittämissuunnitelma. Kehittämistutkimuksen joustavan luonteen takia suunnitelma päivittyy jatkuvasti tutkimuksen edetessä osana jo edellä mainittua kehittämisprosessia. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimuksen käytännön toteutus koostuu ao. kuvan mukaisista sykleistä, jotka voidaan toteuttaa suuressa tai pienessä mittakaavassa projektin luonteen mukaisesti.



Kuva 1: *Kehittämistutkimuksen syklisyyttä kuvaava kaavio*

Kehittämissykli koostuu kehittämis-, arviointi- ja raportointivaiheista, joiden pohjalta tuotoksia kehitetään, arvioidaan ja jatkokehitetään sekä arvioidaan uudelleen. Kehittämistutkimuksen vahvuutena onkin sen syklinen luonne, jossa kehittämistä iteroidaan kehittämispäätöksillä, jotka pohjautuvat formatiiviseen arviointiin. Jos kehittämistutkimusta ei toteuteta syklisesti, se ei täytä tieteellisen pätevyyden ja luotettavuuden kriteerejä. (Aksela & Pernaa, 2011)

Tutkimusten luotettavuutta on perinteisesti arvioitu sen objektiivisuuden (puolueettomuus), validiteetin (pätevyys) ja reliabiliteetin (luotettavuus) kautta. Näistä kriteereistä validiteetti ja reliabiliteetti on kehitetty eritoten kvantitatiivista, eli määrällistä tutkimusta silmällä pitäen, minkä vuoksi ne soveltuvat sellaisinaan kehnosti usein myös laadullisia osioita sisältävään kehittämistutkimukseen. Tämän lisäksi aineiston objektiivinen tarkastelu voi olla useissa tilanteissa erityisen haasteellista aineiston suuren määrän ja tutkimukselle yhtenäisten käytäntöjen puutteen vuoksi. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimus onkin luotettavuusanalyysin näkökulmasta haasteellinen tutkimusmenetelmä, mutta sen luotettavuutta voidaan parantaa mm. ottamalla huomioon kehittämisen syklisyys ja kokonaisvaltaisuus, pyrkimällä kentälle siirrettävissä oleviin teorioihin, sisällyttämällä kehittämisprosessiin testaamista autenttisissa olosuhteissa ja dokumentoimalla tarkasti kehittämisprosessin kaikki syklit sekä aineistoon kohdistettavan triangulaation avulla, jossa aineistossa esitettyjä asioita pyritään tutkimaan erilaisten aineistojen avulla, kuten kyselyllä, havainnoinnilla, kehittämistuotoksella ja kehittämiskuvauksella. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimus eroaa merkittävästi perinteisestä kvantitatiivisesta tutkimuksesta, sillä kehittämistutkimus tarkastelee kehitettävää ilmiötä todellisissa olosuhteissa hyödyntäen tutkimukseen osallistujia kehittämisprosessissa, kun taas kvantitatiiviset tutkimusmenetelmien tavoitteena on mitata ennalta määrättyjä muuttujia osallistujien pysyessä visusti koehenkilön roolissa. Kehittämistutkimustilanne on myös luonteeltaan avoin, jolloin mitattavia muuttujia on luonnollisesti enemmän kuin kvantitatiivisilla tutkimusmenetelmillä. (Collins, 1999)

Arthur Bakker esittelee kirjassaan Design Research in Education A Practical Guide for Early Career Researchers (Bakker, 2018) validiteetin ja reliabiliteetin lisäksi teknisen kriteeristön, jonka perusteella kehittämistutkimuksen laatua voidaan arvioida. Nämä kriteerit ovat 1) ongelman, sekä teoreettinen että käytännöllinen, relevanttius. 2) Eheyttävän opetuksen tutkimuksen tulee ankkuroitunut yhteen oppiainealueeseen, kuten esimerkiksi luonnontieteellisten aineiden opetukseen. 3) Tutkimuksen tarkkuus ja täsmällisyys, johon kuuluu tutkimukseen liittyvien avainkonseptien ja metodologian sekä niihin

liittyvän teorian pohjustamisesta työn raportoinnissa. Toisin sanoen tutkimusraportista tulee ilmetä, mitä tutkimusaiheesta tiedetään ennen tutkimuksen aloittamista. 4) Työssä käytettävien menetelmien tulee olla funktionaalisia, millä tarkoitetaan sitä, että ne tukevat tutkimuskysymykseen vastaamista. 5) Tutkimuksen keskeisien osien tulee olla johdonmukaista siten, että ne sopivat yhteen loogisella tavalla.

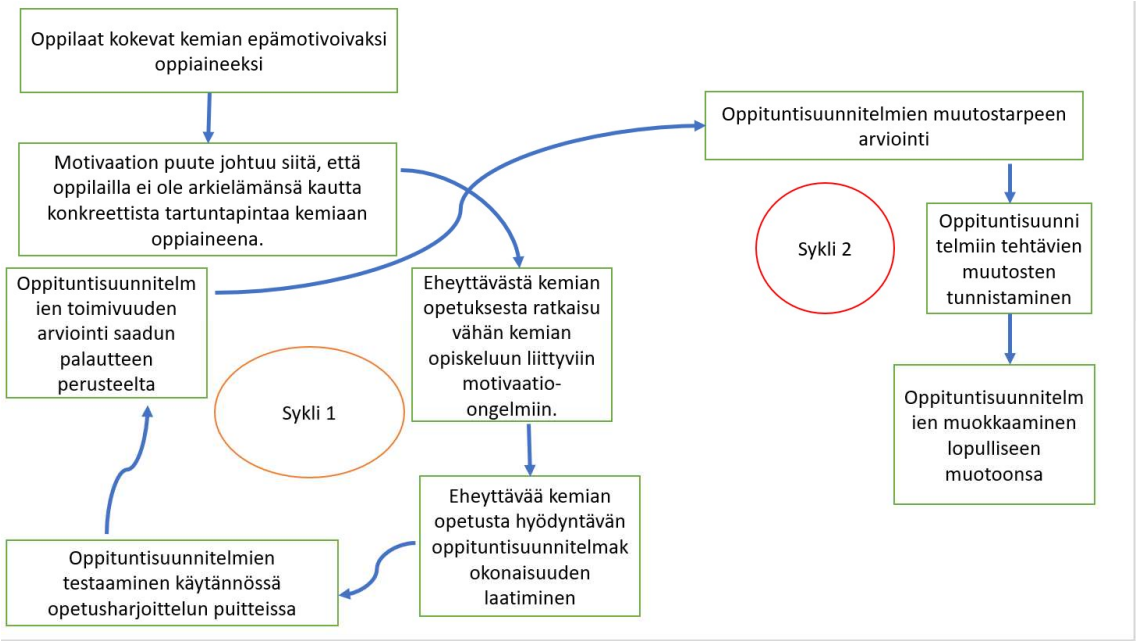
2.3 Kehittämisprosessi tässä työssä

Tämä tutkimus suoritettiin kehittämistutkimuksena siten, että opetusharjoittelujakson oppitunneille tehtiin eheyttävän opetuksen metodeja hyödyntävät oppituntisuunnitelmat, joita paranneltiin oppitunneilta saadun oppilaspalautteen sekä ohjaavan opettajan ja työn ohjaajan antaman suullisen palautteen perusteella eheyttävän opetuksen metodeja paremmin hyödyntäviksi. Tällä tavoin kehittämisprosessi pitää sisällään oppituntien suunnittelemisen ja saadun palautteen käsittelyn sekä oppituntien reflektoinnin, jolloin kehittämistuotoksena on eheyttävän opetuksen metodeja hyödyntävä oppituntisuunnitelmakokonaisuus, jota on paranneltu opetuskokeilun oppitunneilta saadun palautteen ja oppituntien reflektoinnin perusteella.

Kuten luvussa 1 mainittiin, ovat tämän työn tutkimuskysymykset seuraavat:

1. Millä tavoin eheyttävä opetus soveltuu perusasteen kemian opetuksen?
2. Liittyykö ehettävän opetuksen käyttöön perusasteen kemian opetuksessa erityisiä haasteita?
3. Millaisia vaikutuksia eheyttävän opetuksen käytöllä on oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana?

Tämän työn ensimmäisessä kehittämistutkimuksellisessa syklissä lähdettiin liikkeelle kuvan 2 mukaisesti havainnoimalla muutostarve, eli tarve eheyttävän opetuksen tutkimiseen perusasteen kemian opetuksen näkökulmasta. Ensimmäisen syklin tilanneanalyysissä perehdyttiin eheyttävää kemian opetusta koskevaan kirjallisuuteen ja aiempiin tutkimuksiin, jonka perusteella ongelmaksi tunnistettiin oppilaiden keskuudessa vallitseva käsitys kemiasta erityisen epämotivoivana oppiaineena. Tämän ongelman ratkaisuehdotukseksi laadittiin eheyttävää kemian opetusta hyödyntävä oppituntisuunnitelmakokonaisuus, jonka käytännön testaaminen toteutettiin opetusharjoittelun yhteydessä. Tämän jälkeen eheyttävää kemian opetusta hyödyntävien oppituntisuunnitelmien toimivuutta arvioitiin oppitunneilta saadun palautteen perusteella.



Kuva 2: *Kehittämistutkimusprosessi tämän työn osalta*

Oppitunneilla saadun palautteen perusteella aloitettiin kehittämistutkimusprosessin toinen sykli arvioimalla oppituntisuunnitelmien muutostarvetta. Palautteen perusteella myös tunnistettiin oppituntisuunnitelmakokonaisuuteen tehtävät muutokset ja muokattiin oppituntisuunnitelma lopulliseen muotoonsa. Kehittämistutkimusprosessi myös päätettiin tähän vaiheeseen, sillä nykyisen kehittämistutkimusprosessin arvioitiin olevan työn laajuuden kannalta riittävä. Työn luotettavuutta arvioitiin sekä Pernaan mainitsemien validiteetin ja reliabiliteetin kautta että Bakkerin viiden teknisen kriteerin perusteella.

3. TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI

3.1 Kemian eheyttävä opetus

Eheyttävä opetus määritellään koulukontekstissa opettavien asiasisältöjen limittämistä muihin oppiaineisiin ja linkittämistä oppilaan jokapäiväiseen elämään ja ympäröivään yhteiskuntaan. Eheyttävän opetuksen perusteet ovat olleet historiallisesti läsnä kasvatuksessa vaikkakin se on suomalaisen koulutusjärjestelmän viitekehyksessä noussut pinnalle vasta 1980-luvulta alkaen ja enimmäkseen esi- ja alakouluopetuksen kontekstissa. (Haatainen, 2014) Kuitenkin viime vuosikymmenien aikana on nähty myös yläkoulun ja toisen asteen oppilaitosten parissa lisääntyvää tarvetta oppiainerajat ylittävälle opetukselle, etenkin luonnontieteiden opetuksessa, kun opetuksen on koettu olevan liian tiukasti jakautunut oppiaineisiin. Esimerkiksi matematiikka, fysiikka ja kemia nivoutuvat usein tiiviisti toisiinsa niin oppiaineina kuin tieteenaloina. Tämän takia nykyiseen perusopetuksen opetussuunnitelmaan on sisällytetty velvoite kirjata koulun lukuvuosisuunnitelmaan vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus, joka yhdistää vähintään kolme oppiainetta ja on noin oppilaan viikon oppituntien laajuinen. (Opetushallitus, 2014)

Eheyttävä opetus jakautuu vertikaaliseen ja horisontaaliseen eheyttämiseen. Horisontaalinen eheyttäminen pitää sisällään oppiaineiden välisen yhteistyön, joka on toteuttavissa poistamalla perinteiset oppiainerajat tai oppiaineiden välisellä yhteistyöllä, esimerkiksi projektitöiden merkeissä. Vertikaalinen eheyttäminen pitää taas sisällään ns. oppiaineen sisäisen eheyden, eli opetettavien asiakokonaisuuksien opettamisen kokonaisuutena oppijan taidot ja taso huomioiden, mikä on eheyttävälle opetukselle, kuten kaikelle tavoitteelliseen oppimiseen tähtäävälle opetukselle ylipäänsä, perustavanlaatuinen vaatimus. (Kujamäki, 2009)

Kemian opettaminen eheyttävää opetusta käyttäen toteutetaan useimmiten jotain tiettyä teemaa tai aihepiiriä käsitellen. Esimerkkejä näistä teemoista ja aihepiireistä mainittakoon Eiliks'n, Lippelin ja Stuckeyn (Eiliks, Lippel & Stuckey, 2014) tutkimus eheyttävän opetuksen teemakokonaisuuteen liittyen stevian ja muiden keinotekoisten makeutusaineiden kemiaan. Tutkimuksen tavoitteena oli opettaa makeutusaineiden kemiaa sosio-kriittisen ja ongelmalähtöisen pedagogisen mallin mukaisesti. Tässä viisiportaisessa mallissa oppimisprosessi aloitettiin kontekstuaalisella lähestymisellä ja steviaan liittyvän viestinnällisen median ongelma-analyysillä, minkä jälkeen selvitettiin tämän il-

miön tieteellinen tausta. Tämän jälkeen siirryttiin takaisin ilmiön sosio-tieteelliseen puoleen esittämällä alkuperäiseen ongelma-analyysiin liittyvä kysymys, minkä jälkeen keskusteltiin ja arvioitiin erilaisia steviaan liittyviä näkökulmia jäljittelemällä informaation siirtoon ja käyttöön liittyviä sosiaalisia käytänteitä. Lopuksi reflektoitiin tiedonkäsittelyyn ja päätöksentekoon liittyviä yhteiskunnallisia ristiriitoja. Muita esimerkkiteemoja ovat suklaan ja sipulin kemia. (Savolainen, 2017, Haatainen, 2014)

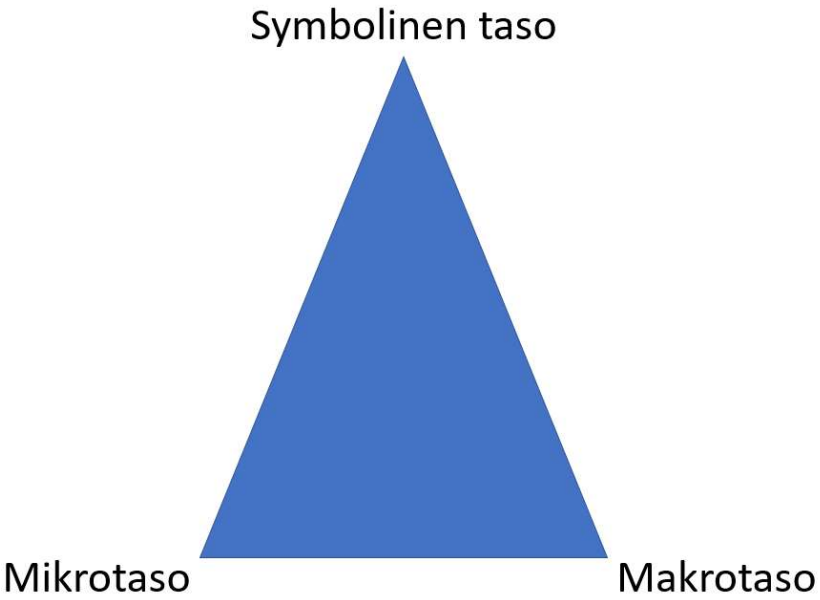
Eheyttävää kemian opetusta on toteutettu Helsingin yliopiston kemian opettajakoulutusyksikössä osana heidän opettajankoulutusohjelmaansa. Kemiaan opetukseen keskittyvällä kurssilla suunniteltiin kolme eheyttävää tuntisuunnitelmakokonaisuutta, joiden avulla he pyrkivät opettamaan opetussisältönsä valitsemassaan yläkoulussa. Eheyttäväksi opetuskokonaisuudeksi valikoitui kemia ja matematiikka sekä kemia ja englanti. Eheyttävät opetussisällöt käsittelivät ympäristöystävällisistä materiaaleista valmistetun pakkauksen suunnittelemista osana kemiaa ja matematiikkaa yhdistelevää eheyttävää opetuskokonaisuutta. Samoin kemiaa ja matematiikkaa yhdisteltiin veden käyttöön keskittyvällä eheyttävän opetuksen opetuskokonaisuudella, jonka aikana oppilaat pääsivät käsittelemään kestävään kehityksen teemoja työpistetyöskentelyn kautta. Kemiaa ja englantia yhdistelevässä opetuskokonaisuudessa opetettiin tieteentekijöiden ja luonnontieteellisen tutkimuksen luonteeseen Myytinmurtajat -televisio-ohjelman avulla. (Haatainen et al., 2015)

Samoin Helsingin yliopiston kemian opettajakoulutusyksikössä on kehitetty yhteisöllisesti ja tutkimuspohjaisesti tuleville luonnontieteen aineopettajille kurssi, jonka päätavoitteena on aineopettajaopiskelijoiden, aineopettajien ja yritysten välisen yhteistyön kautta edistää oppilaan arkielämää ja tulevaisuutta lähellä olevaa matematiikan ja luonnontieteiden opetusta ja tällä tavoin lisätä oppilaiden parissa kiinnostusta matematiikan ja luonnontieteiden opiskeluun yhteisöllisen oppimisen, eheyttävän opetuksen ja monipuolisten oppimisympäristöjen kautta. (Kousa et al., 2015)

Näiden teemamuotoisten kokonaisuuksien tavoitteena on sitoa opetettava asia johonkin reaalimaailman ilmiöön ja asiakokonaisuuteen siten, että opetettavasta aineesta muodostuisi reaalimaailman ilmiötä tarkastellessa mielekäs kokonaisuus, mistä myös eheyttävä opetus on käsitteenä peräisin. Näissä teemakokonaisuuksissa teemojen käyttö on horisontaalista eheyttämistä, kun taas vertikaalinen eheyttäminen perustuu kulloinkin voimassa olevaan opetussuunnitelmaan, jossa määritellään opetuksen tavoitteet oppijoiden taitotasoon nähden. Tämän lisäksi vertikaalinen eheyttäminen on edellytys onnistuneelle horisontaaliselle eheyttämiselle, sillä yhdistettävien aineiden tuntemus on kriittistä niiden yhdistämisen kannalta. (Kujamäki, 2009)

3.2 Kemiallisen tiedon tasot

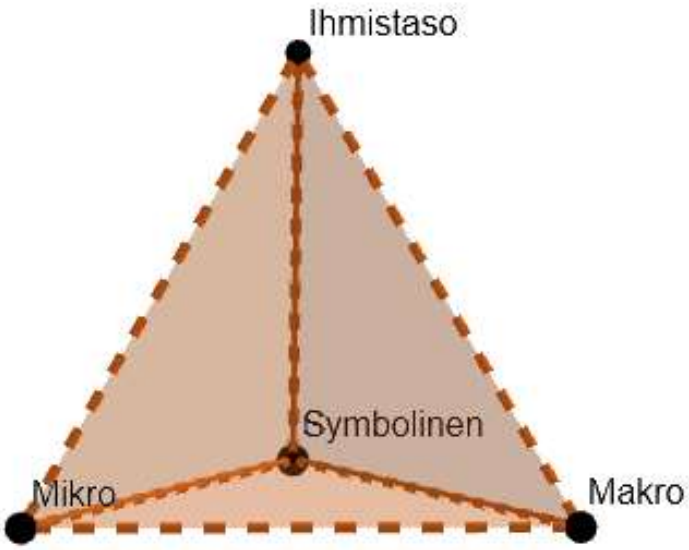
Kemiallisen tiedon on perinteisesti ajateltu koostuvan kolmesta tasosta, jotka ovat: makrotaso (engl. macro level), mikrotaso (engl. sub micro level) ja symbolinen taso (engl. symbolic level tai representational level). (Johnstone, 1993) Näistä makrotaso kuvaa ilmiöitä, mitä voimme tarkastella näkö-, tunto-, haju- ja kuuloaistiemme avulla. Mikrotaso taas kuvaa saman ilmiön paljaalla silmällä näkemättömien rakenteiden, kuten atomien, ionien ja molekyylien kautta. Symbolinen taso pitää puolestaan sisällään ilmiön tarkastelun symbolien, kaavojen, yhtälöiden ja kuvaajien kautta sekä niiden matemaattisen käsittelyn ja ymmärtämisen. (Taber, 2013) Kuvassa 3 kuvataan näiden tasojen suhdetta toisiinsa niin sanotun Johnstonen kolmion (Johnstone, 1993) avulla.



Kuva 3: *Kemiallisen tiedon kolmea tasoa havainnollistava kolmiomalli, eli niin sanottu Johnstonen kolmio.*

Näiden kolmen kemiallisen tiedon tason ohelle on kuitenkin viime aikoina esitetty neljättä tasoa – ihmistasoa (engl. human element), joka pitää sisällään muun muassa kemian opetuksessa käytettävät oppimisympäristöt ja toimintamallit. (Sjöström & Talanquer, 2014)

Kuva 4 havainnollistaa näitä neljää tasoa niin sanotulla Mahaffyn nelitahokkaalla (engl. Mahaffy's tetrahedron), jossa kuvan 3 kolmiomallia laajennetaan lisäämällä ihmistaso nelitahokkaan neljänneksi kärjeksi.



Kuva 4: *Neljää kemiallisen tiedon tasoa kuvaava laajennettu malli, eli ns. Mahaffyn nelitahokas. Muokattu lähteestä (Sjöström & Talanquer, 2014).*

Näistä neljästä kemiallisen tiedon tasosta ihmistaso on erityisen kiinnostava juuri kemian opetuksen näkökulmasta, sillä se antaa uudenlaisen liittymäpinnan kemian opettamiseen ympäröivän yhteiskunnan näkökulmasta tarjoten täten erilaisia liittymäpintoja eheyttävän kemian opetuksen horisontaalisen eheyttämisen näkökulmasta.

3.3 Motivaation ja kiinnostuksen suhde kemian opiskeluun

Suomalaiset oppilaat ovat perinteisesti pärjänneet hyvin tasaisin väliajoin järjestettävien PISA-tutkimusten osaamista mittaavissa osioissa. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2021) Kuitenkin saman tutkimuksen mukaan suomalaisoppilaiden motivaatio ja motivoituneisuus ovat vertailujoukon häntäpäässä. Tämä on yllättävää, sillä aiemman tutkimustiedon mukaan oppilaan suoriutuminen oppiaineessa ja hänen kiinnostuksensa kyseisestä oppiainetta kohtaan ovat toisistaan riippuvia asioita. (von Maurice, Dörfler, & Artelt, 2014) Tätä ristiriitaa pyritään selittämään mm. analysoimalla kansainvälisen ROSE-opetustutkimuksen aineistoa ja tekemällä havainto siitä, että mitä kehittyneempi valtio on, sitä vähemmän kiinnostusta luonnontieteiden opiskeluun oli oppilaista havaittavissa. (Jeskanen, 2015, s.9)

Motivaatio määritellään voimaksi, joka saa ihmisen toimimaan tavoitteellisesti ja pyrkimään kohti jotain tiettyä tavoitetta. Motivaatio on jaettavissa ulkoiseen ja sisäiseen motivaatioon. Näistä ulkoinen motivaatio ohjaa toimimaan kohti päämäärää, josta seuraa

hyödyllinen lopputulema. Se tulee usein oppilaan itsensä ulkopuolisista sidosryhmistä, kuten kaveripiiristä ja vanhemmilta. Ulkoinen motivaatio voi ilmetä esimerkiksi tarpeena saada kokeesta hyvä arvosana, jotta pääsisi tulevaisuudessa opiskelemaan mielekästä alaa tai haluna pärjätä hyvin urheilukilpailuissa saadakseen arvostusta joukkuekavereilta ja vanhemmilta. Sisäinen motivaatio taas saa ihmisen tekemään jotain asiaa juuri siksi, että asia itsessään on motivoiva. (Ryan & Deci, 2000a) Esimerkiksi oppija, joka tekee läksynsä, koska hän käsittää läksyjen teon merkityksen tulevaisuuden uravalinnan kannalta on sisäisesti motivoitunut. Motivaation ja kasvatustyylien välillä on huomattu yhteys – lasten ja nuorteen autonomiaan luottava mutta kuitenkin lasta tai nuorta tarvittaessa tukeva kasvatustyyli tuotti kontrolloivaan kasvatustyyliin verrattuna enemmän sisäisestä motivaatiota ilmentäviä lapsia ja nuoria. (Ryan & Deci, 2000b)

Kiinnostus on Hidin ja Reddingerin nelivaiheisen kiinnostuksen kehityksen mallin mukaisesti jaettavissa neljään vaiheeseen. Näistä ensimmäinen on herännyt tilannekohtainen kiinnostus (engl. triggered situational interest), joka ylläpidettynä kehittyy ns. ylläpidetyksi tilannekohtaiseksi kiinnostukseksi (engl. maintained situational interest). Tästä kehitysvaiheesta voi seurata kiinnostuksen kolmas kehitysvaihe – nouseva henkilökohtainen kiinnostus (engl. emerging individual interest). Tätä seuraa mahdollisesti hyvin kehittynyt henkilökohtainen kiinnostus (engl. well-maintained individual interest), joka on neljäs ja samalla viimeinen kehitysvaihe. (Hidi & Reddinger, 2006)

Kiinnostus on kuitenkin jaettavissa pääpiirteittäin kahteen eri tasoon – tilannekohtaiseen ja henkilökohtaiseen. Näistä tilannekohtainen kiinnostus syntyy ympäristön vaikutuksesta ja on luonteeltaan lyhytvaikutteista, minkä lisäksi sen vaikutus tietämykseen ja arvoihin on lähtökohtaisesti vähäistä. Tilannekohtainen kiinnostus voi kuitenkin herättää hitaammin kehittyvän mutta pitkäaikaisemman henkilökohtaisen kiinnostuksen, joka vaikuttaa henkilön tietämykseen ja arvoihin pitkällä aikavälillä. Henkilökohtainen kiinnostus jakautuu edelleen tunne- ja arvopohjaiseen kiinnostukseen. Se on luonteeltaan hitaasti muodostuvaa, mutta samalla se kehittää pitkäkestoisia vaikutuksia oppijan arvo- ja tietopohjalle. (Juuti et al., 2004)

On jatko-opintoihin hakeutumisen kannalta tärkeää herättää kiinnostus luonnontieteisiin jo nuorena, sillä on havaittu oppilaiden kiinnostuksen luonnontieteisiin heikkenevän iän myötä. (von Maurice, Dörfler, & Artelt, 2014) Tämä on totta myös korkeakoulumaailmassa, sillä Jyväskylän yliopistossa havaittiin ensimmäisen vuoden kemian opintojen aikana saatu tuen ja ohjauksen alentavan merkittävästi opintonsa keskeyttäneiden ja pääainettaan vaihtaneiden opiskelijoiden määrää. (Nuora & Valto, 2019)

Vähäisen kiinnostuksen luonnontieteissä on myös liitetty huoli siitä, että harva nainen hakeutuu luonnontieteen ja tekniikan alan jatko-opiskelupaikkoihin. (Jeskanen, 2015) Kuitenkin kemian jatko-opiskelupaikkoihin valikoituneet hakijat ovat sukupuolijakaumaltaan suhteellisen tasapainoisia (Keski-Petäjä & Witting, 2018). Tämän perusteella voidaan päätellä, että sukupuolella ei ole merkitystä kemian alalle hakeutumisessa.

Kiinnostus ja motivaatio ovat vahvasti linkittyneet oppimiseen ja saavutuksiin. Lukuisien tutkimuksien avulla on huomattu, että sisäinen motivaatio, eli kiinnostus oppimista kohtaan vaikuttaa sekä oppijan kykyyn jäsennellä annettua oppimistehtävää strategisesti että hänen oppimistulostensa määrään sekä laatuun. Tutkimukset osoittavat myös, että oikean opetusmuodon valinnalla voidaan vaikuttaa oppijoiden sisäiseen motivaatioon ja kiinnostukseen ja sitä myötä myös oppimistuloksiin saavuttaen läpi elämän kestävää kiinnostusta opetettavaan aineeseen. Opetusmuodolla on siis väliä oppijoiden kiinnostusta ajatellen. (Jeskanen, 2015)

4. EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI

4.1 Perusopetuksen kemian oppikirjojen analysointi

Yläkouluissa käytettävään kemian oppikirjoihin tutustuminen auttaa luomaan kokonaisvaltaisen kuvan yläkoulun kemian oppitunneilla opiskeltavista asiakokonaisuuksista. Tämän työn kontekstissa on tutustuttu Otava Oy:n Titaani Kemia 7–9 (Muilu & Virtanen, 2016) ja Sanoma Pro Oy:n FyKe 7–9 Kemia (Kangaskorte et al., 2017) oppikirjoihin. Oppikirjoja on analysoitu kandidaatintyön empiirisen ongelma-analyysin pohjana toimivan opetuskokeilun aihealueen puitteissa sisällönanalyysin metodein, eli keskittyen oppikirjojen yhtäläisyyksiin ja eroavuuksiin. Empiirisen osuuden aikana opetettavat aihealueet ovat puhtaat aineet, liuokset ja seokset sekä seosten erotusmenetelmät.

Kummatkin analysoidut oppikirjat käsittelevät aiheita toisistaan eroavassa järjestyksessä. Titaani-oppikirjassa (Muilu & Virtanen, 2016) puhtaat aineet, seokset ja liuokset ovat oma alalukunsa, samoin kuin seosten erotusmenetelmät ja nämä aiheet on sisällytetty kirjan ensimmäiseen lukuun. FyKe-oppikirjassa (Kangaskorte et al., 2017) nämä aiheet on sisällytetty kirjan toiseen lukuun kolmena alalukuna siten, että luvun ensimmäinen alaluku käsittelee puhtaiden aineiden ja seosten eroavaisuuksia. Toinen alaluku taas käsittelee liuosta tasakoosteisena seoksena kolmannen alaluvun keskittyen seosten erotusmenetelmiin.

Kummatkin kirjat lähtevät liikkeelle puhtaan aineen ja seoksen käsitteistä vaikkakin Titaani (Muilu & Virtanen, 2016) ottaa tässä vaiheessa mukaan myös aineiden olomuodon lämpötilariippuvuuden, toisin kuin FyKe (Kangaskorte et al., 2017). Samoin Titaani (Muilu & Virtanen, 2016) käy tässä vaiheessa lävitse liuoksen määritelmän tasakoosteisena seoksena, kun taas FyKe:ssä (Kangaskorte et al., 2017) tälle aiheelle on varattu oma alalukunsa. Tässä alaluvussa FyKe (Kangaskorte et al., 2017) käsittelee Titaanista (Muilu & Virtanen, 2016) poiketen myös liuottimen, liukoisuuden ja kylläisen liuoksen käsitteet sekä sivuaa esimerkillä aineiden liukoisuuden lämpötilariippuvuutta. Titaani (Muilu & Virtanen, 2016) tosin sivuaa liukoisuuden käsitettä aineiden erotusmenetelmien yhteydessä.

Molemmat kirjat ovat varanneet seosten erotusmenetelmille oman alalukunsa ja kummatkin kirjat käsittelevät seosten erotusmenetelmistä uuton, suodatuksen, tislauksen ja haihdutuksen. Titaani (Muilu & Virtanen, 2016) sisällyttää tähän lukuun näiden menetelmien lisäksi myös kromatografian, kun taas FyKe (Kangaskorte et al., 2017) sisällyttää haihdutuksen yhteyteen uudelleenkiteytyksen aineiden puhdistusmenetelmänä.

Seitsemännen luokan kemia painottuu usein kokeellisuuteen, johon harjoittelun etäopetusluonteen takia ei ollut mahdollisuutta. Kussakin oppikirjassa on annettu muutamia työohjeita yksinkertaisten käytännön töiden tekemiseen.

Titaanissa (Muilu & Virtanen, 2016) seoksia ja kiinteitä aineita tutkitaan erottelemalla toisistaan erilaisia arkipäiväisiä seoksia ja puhtaita aineita, kuten hiiltä, alumiinifoliota ja ruisjauhoja sekä käsittelemällä vesijohtoveden ja tislatun veden eroavaisuuksia. Liukoisuutta taas tarkastellaan työllä, jossa valmistetaan ruokasuolan ja perunajauhon vesiliuokset ja havainnoidaan näiden aineiden liukoisuuseroja. Tämän jälkeen kuumennetaan perunajauhon vesiliuosta ja näin havaitaan liukoisuuden lämpötilariippuvuus. Seosten ainesosien erottaminen toisistaan käsittää kolme työtä, joista ensimmäisessä käsitellään uuttamista ja suodatusta keittämällä sipulinkuoria vedessä ja siivilöimällä sipulinkuoret pois uuton jälkeen. Tämän jälkeen havainnoidaan keitinveden värinmuutos ja todetaan värin muutoksen johtuvat siihen liuenneista sipulin väriaineista. Toisessa työssä suoritetaan värillisen veden tislaus rakentamalla yksinkertainen tislauslaitteisto ja tislaamalla väriaine ja vesi erilleen toisistaan. Kolmannessa työssä erotellaan suola hiekasta suunnittelemalla ja toteuttamalla itse erotusmenetelmä, jolloin tehtävässä kysytään seosten erotusmenetelmien laajamittaisempaa osaamista. Erotuksen voi tehdä ainakin dekantoimalla, haihduttamalla, tislaamalla tai suodattamalla. Kaikki tämän kirjan työt soveltuvat hyvin niin opettajan johdolla tehtäviksi ns. demotöiksi tai ne voidaan suorittaa oppilastyönä jakamalla oppilaat pareihin tai pienryhmiin opetettavan ryhmän koosta ja luokkatilan resursseista riippuen.

FyKe-kirjassa (Kangaskorte et al., 2017) puhtaita aineita ja seoksia käsitellään raudan ja rikin seoksen kuumennuksen kautta tehtävällä demotyöllä. Oppilastyössä taas valmistetaan seokset hiekasta ja sokerista, vedestä ja ruokaöljystä sekä vedestä ja ruokasuolasta. Tämän jälkeen seoksia sekoitetaan ja tarkastellaan hetken odottelun jälkeen mitkä ainesosista ovat sekoittuneet toisiinsa ja mitkä eivät. Liuosta tarkastellaan kahdella oppilastyöllä, joista ensimmäinen on ruokasuolan, kvartsin, kuparisulfaatin, sokerin, perunajauhojen ja etikan sekoittaminen veden kanssa, minkä jälkeen tarkastellaan mitkä valmistetuista seoksista ovat liuoksia. Toisessa oppilastyössä valmistetaan kuparisulfaatista kylläinen liuos ja kiteytetään kylläinen liuos. Seoksen erottelumenetelmiä tutkitaan myös kahdella oppilastyöllä, jossa ensimmäisessä opettaja antaa hiekan, ruokasuolan ja veden seoksen. Oppilaiden tehtävänä on suunnitella ja toteuttaa näiden ainesosien erottelu toisistaan kirjassa esitellyillä erotusmenetelmillä. Toisessa oppilastyössä harjoitellaan tislaamista tislaamalla jostain juomasta, kuten teestä, kahvista, elintarvikevärillä värjätystä vedestä tai virvoitusjuomasta vesi erilleen maku- ja väriaineista.

Kumpikin kirja sisältää samankaltaisia töitä. Ainut ero on Fyke-kirjan (Kangaskorte et al., 2017) töiden suurempi lukumäärä, mikä selittyy kirjojen eroavalla kappalejaolla.

Taulukko 1: Peruskoulun kemian opetuksessa käytettävien oppikirjojen kappalejaon eroavaisuudet

Fyke 7–9 Kemia	Titaani Kemia 7–9
Puhtaat aineet ja seokset	Puhtaat aineet ja seokset
Liuokset	Seosten erottelumenetelmät
Seosten erottelumenetelmät	

4.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman tarkastelu

Suomalaisessa opetussuunnitelmakäytännössä opetuksen suunnittelu on jaettu kahteen tasoon. Ylemmän tason opetussuunnitelmatyö tapahtuu Opetushallituksessa (OPH), joka laatii opetussuunnitelman perusteet. Opetussuunnitelman perusteet ovat ohjeistus, siitä miten opetus tulisi kouluissa hoitaa. Sen perusteelta laaditaan paikallinen opetussuunnitelma maakunnallisella tai kunnallisella tasolla, joten se määrää mm. koulussa opetettavien aineiden tuntijaon ja oppilashuoltoon käytettävät resurssit ollen täten yksi tärkeimmistä opetuksen järjestäjän toimintaa ja koulujen työtä ohjaavista asetuksista. Perusasteella voimassa olevat opetussuunnitelman perusteet ovat vuodelta 2014 ja ne on käyttöönotettu yläkouluissa porrastetusti vuosina 2017–2019. (Opetushallitus, 2014) Perusopetuksessa, samoin kuin toisella asteella, on tapana, että opetussuunnitelman perusteita päivitetään 10–15 vuoden välein ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS) ovatkin melko vanhat vuonna elokuussa 2021 voimaan asettuvaan uuteen lukion opetussuunnitelman perusteisiin verrattuna. (Opetushallitus, 2019)

Vuosiluokilla 7–9 kemian opiskelussa lähdetään liikkeelle makroskooppiselta tasolta, eli kemiallisia ilmiöitä tarkastellaan omin silmin havaittavin osin. Tosin oppilaiden abstraktin ajattelun kehittyessä yhteyttä mikroskooppiseen ja symboliseen tason vahvistetaan, eli perustellaan tehtyjä havaintoja käsitteiden ja teorioiden avulla sekä harjoitellaan kemiallisen symbolikielen käyttöä kemiallisten aineiden ja yhdisteiden sekä niiden välisten reaktioiden mallintamisessa. (Opetushallitus, 2019) Perusasteen kemian opetuksessa lähdetään siis liikkeelle oppilaiden havainnointikyvyn kehittämisestä sekä pyrkimyksestä opetella luonnontieteellistä ajattelutapaa ja tukea maailmankuvan kehittymistä.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksen lähtökohtana on myös elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Tutkimusten tekemisen tarkoituksena on tukea käsitteiden sisäistämistä ja tutkimisen taitojen oppimista sekä luonnontieteiden luonteen hahmottamista. (Opetushallitus, 2019) Aiemmin määritelty eheyttävä opetus soveltuu luonteensa mukaisesti hyvin tällaisen tutkimuksen tekemiseen.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2019) mukaan ”Kemian opetus auttaa ymmärtämään kemian ja sen sovellusten merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa. Opetus tukee oppilaiden valmiuksia tehdä valintoja sekä käyttää tietoja ja taitoja elämän eri tilanteissa.”. Tämän perusteella eheyttävä opetus soveltuu erinomaisesti kemian opetukseen, sillä sen tavoitteena on liittää edellä mainittujen kemian ja sen sovellusten merkitys ympäröivään maailmaan ja yhteiskuntaan siten, että oppiminen olisi eheää ja kokonaisvaltaista.

5. KEHITTÄMISTUOTOKSET JA LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

5.1 Ensimmäinen kehittämistuotos

Pyrin lähtemään suunnittelemissani oppitunneissa liikkeelle opittavien asioiden tarkastelusta makrotasolla perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2019) mukaisesti. Tämän jälkeen siirryttiin käsitteiden opiskeluun ja havainnointiin käytännön esimerkkien kautta. Tunnit päätettiin eheyttävää opetusta hyödyntävään osuuteen, jossa opittuja asioita tarkasteltiin laajemmassa kontekstissa mm. yhteiskunnalliselta tasolta. Eheyttävän opetuksen osuuden tarkoituksena oli tuoda opetettavia asioita lähemmäs oppilaan arkista elämää ja täten parantaa oppilaiden motivaatiota kemian opiskeluun mielekkäiden ja oivaltavien oppimiskokemuksien avulla. Pyrin harjoittelussani suorittamaan osan kirjan töistä opettajajohtoisina demonstraatioina, sillä valitettavasti etäopetus ei tue kokeellisuutta oppilaiden ollessa kotona videoyhteyden äärellä.

Opetuskokeiluni aikana pitämäni viisi 7. luokka-asteen kemian oppituntia järjestettiin etäopetuksena siten, että oppilaat ja ohjaava opettaja osallistuivat kukin omilla tahoillansa, eli oppilaat kotona ja ohjaava opettaja koululla. Alun perin pidin opetuskokeilun suurimpana haasteena sen järjestämistä tällä tavalla, sillä seitsemäsluokkaisten itseohjautuvuus ja oma-aloitteisen toiminnan aste ei omien oletusteni mukaan olisi optimaalinen etäopetuksen tavoitteellisuuden näkökulmasta.

Käytin etäopetuksen tukena lukuisia etäopetukseen suunnattuja virtuaalisia oppivälineitä, jotka löytyvät oheisesta taulukosta.

Taulukko 2: Etäopetuksessa käytetyt ohjelmistot

Ohjelmiston nimi	Ohjelmistotyyppi	Käyttötarkoitus
Microsoft Teams	Opetuskokeilun toteutus-alusta	Tukee mm. videopuheluita ja tiedostojen jakoa läksyjen antamista varten
Flinga	Selainpohjainen ajatuskattojen luonti- ja editointialusta	Käytettiin eheyttävän opetuksen ryhmätöissä osana eheyttävää etäopetusta.
Padlet	Selainpohjainen alusta, jossa luodaan virtuaalisia tauluja.	Padlet-taulujen avulla oppilaat voivat etäopetuksessa tehdä ryhmätöitä tai esittää opettajalle kysymyksiä anonyymisti ja reaaliaikaisesti opintojakson edetessä.
Microsoft OneNote	Virtuaalinen muistikirja	Tunnin visuaalisen esitysmateriaalin luonti ja tallentaminen.

5.1.1 Tuntisuunnitelmat

Ensimmäisen pitämäni oppitunnin aiheena oli puhtaan aineen ja seoksen käsitteet sekä näiden eroavaisuudet. Tuntisuunnitelmat löytyvät tämän työn liitteistä. Toisen oppitunninaiheena olivat homogeeniset ja heterogeeniset seokset sekä liuokset seoksen erikoistapauksena. Kolmannella oppitunnilla käsiteltiin seosten erotusmenetelmistä uuttoa ja suodatusta. Neljännellä oppitunnilla käsiteltiin tislausta seosten erotusmenetelmänä ja perehdyttiin sadeveden talteenottoon seosten erotusmenetelmien käytännön sovelluksena. Viidennellä oppitunnilla käsiteltiin seosten erotusmenetelmistä haihdutusta kiteytystä, sentrifugointia ja kromatografiaa.

Taulukko 3: Ensimmäisen kehittämistuotoksen oppituntisuunnitelmat koottuna

Tunnin nro	Tunnin aihe	Tunnin kesto	Pohjustus-osa (Demonstraatiot)	Tiedollinen osa	Eheyttävä osa
1	Puhtaat aineet ja seokset	45 min	Mitä on puhdas vesi?	Puhtaan aineen ja seokset käsitteet	Ajatuskartan luonti Flingassa
2	Homo- ja heterogeeniset seokset sekä liuokset ja niiden ominaisuudet	90 min	Millaisia seoksia löytyy keittiöstä? / Liukoisuuden lämpötilariippuvuuden tarkastelu	Homo- ja heterogeeniseet seokset / Liuos, liuotin, liukeneminen, liukoisuus ja kylläinen liuos	N/A
3	Suodatus ja uutto	90 min	Miten kahvinkeitin toimii?	Suodattaminen erottaa, uuttaminen liuottaa	Miten jätevettä puhdistetaan? (Flinga)
4	Tislaus	45 min	N/A	Tislauslaitteistot ja -prosessi	Sadevedestä talousvettä
5	Haihdutus, kiteytys, sentrifugointi ja kromatografia	90 min	Haihdutuksen ja tislauksen samankaltaisuudet	Haihdutus ja kiteytys, Sentrifugointi, Kromatografia;	Puhdas vesi ympärillämme (Padlet)

Kansainvälisen vesipäivän innoittamana viides oppitunti päätettiin puhdasta vettä käsittelevään eheyttävän opetuksen osuuteen, jonka avulla perehdyttiin puhtaan veden rooliin yhteiskunnassa pienryhmäharjoitusten kautta, joista oli tarkoitus koostaa muutaman lauseen yhteenvedot Padlet-sovellukseen luomalleni alustalle. Tällä tavoin eheyttävän opetuksen osuuden teema tukee perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden tavoitetta kestävän elämäntavan välttämättömyyttä opetuksen arvopohjana sekä oppimiskäsitystä oppilaasta aktiivisena ja yhteiskuntaan osallistuvana toimijana. (Opetushallitus, 2014)

5.1.2 Tuntisuunnitelmien ja niiden testaamisen onnistumisen pohdinta

Ensimmäisen tunnin onnistumisina pidin oppitunnin sujuvaa toteutusta etäyhteyksien avulla. Aiemmista oletuksistani huolimatta oppilaat tuntuivat asennoituneet kohtalaisen hyvin etäopetusta kohtaan eikä tunnilla ollut havaittavissa selkeää häiriökäyttäytymistä. Pysyin myös oppitunnin aikana hyvin oppituntisuunnitelmassa määritellyssä aikataulussa, minkä käsitän oppitunnilla onnistuneeksi asiaksi. Kokeilin myös tunnin aikana Flinga-sovelluksen käyttöä eheyttävän opetuksen työkaluna, minkä käyttö onnistui tällä tunnilla ongelmitta, kun Flinga-sovellusta käytettiin opettajajohtoisesti.

Ensimmäisen pitämäni oppitunnin haasteiksi koin yhteydenpidon oppilaisiin etäyhteyden kautta, sillä verkkoalustojen kautta oppilaisiin ei saa ei saa samalla tavalla suoraa yhteyttä kuin lähiopetuksessa. Monet oppilaista pitivät myös kameransa pois päältä oppitunnin aikana. Minulle heräsi mieleen ajatus siitä, voisiko oppilaita velvoittaa pitämään videoyhteyden päällä oppitunnin aikana. Tämä ei kuitenkaan ilmeisesti ollut mahdollista yksityisyyteen ja tietosuojaan liittyvien säädösten takia. Pyrin kuitenkin kannustamaan oppilaita pitämään kameroitaan päällä parhaani mukaan. Myöskin oppilaiden sitouttaminen etäopetuksessa osoittautui erityiseksi haasteeksi, osin johtuen edellä mainitun lähiopetukseen sisältyvän suoran yhteydenpidon puuttuessa. Oppitunnilta saadun palautteen perusteella heräsi myös epäilys siitä, oppivatko kaikki oppilaat varmasti kaikkein tärkeimmät asiat. Tämän vuoksi teetin seuraavilla oppitunneilla kurssin aiheita kokoavan ajatuskartan, jota päivitin kumulatiivisesti opintojakson aikana. Tätä ajatuskarttaa käytiin läpi seuraavien tuntien alussa ennen varsinaiseen tunnin aiheeseen siirtymistä.

Toisen pitämäni oppitunnin rakenne oli saadun palautteen perusteella selkeä ja tunnin aikataulua noudattava. Kiitosta sai myös tunnilla käsitellyn laajan tietokokonaisuuden opettaminen tiiviisti pitämäni kaksoistunnin aikarajoissa. Tunnilla käytettiin kuitenkin varsin niukasti eheyttävää opetusta ja oma ilmaisuni oli saamani palautteen mukaan

sekavahkoa, vaikka se ei ilmeisesti haitannutkaan oppitunnin varsinaista pitoa. Hyväksi asiaksi osoittautui oppitunnin monimuotoinen ja käytännönläheinen toteutus. Pidin tunnin aikana useita demonstraatioita, joiden avulla pyrin tuomaan tunnilla käsiteltävät asiat lähemmäksi oppilaita ja täten sitouttamaan oppilaita tunnin aiheeseen.

Kolmannella pitämälläni oppitunnilla siirryttiin seosten erotusmenetelmiin, jonka käsittelemiseen olin varannut tämän oppitunnin lisäksi opetuskokeiluni kaksi viimeistä oppituntia. Tällä tunnilla käsiteltäviä erotusmenetelmiä olivat suodatus ja uutto. Valitsin nämä kaksi erottelumenetelmää tälle tunnille sen takia, että kummatkin näistä menetelmistä ovat usein käytännön sovelluksissa toisiinsa liittyneitä ja täten aihejako tukee eheyttävää kemian opetusta. Lyhyen kertauksen jälkeen siirryin aiheeseen johdattelevaan teemaharjoitukseen tarkastelemaan kahvinkeittimen toimintaa havainnollistavan poikkileikkauskuvan kautta. Kahvinkeittoesimerkin tarkoituksena oli havainnollistaa, että kahvia keitettäessä tapahtuu sekä kahvinpurujen sisältämien ainesosien uutto kuumaan veteen että uutetun kahvijuoman erottelu kahvinpuruista suodatinpaperia käyttämällä. Tämän jälkeen käytiin opettajajohtoisesti lävitse uuton ja suodatuksen määritelmät ja annettiin oppilaille jäteveden puhdistamiseen liittyvä pienryhmätehtävä, jonka tarkoituksena oli käsitellä uuttoa ja suodatusta laajamittaisessa ja kaikkien elämään vaikuttavassa sovelluskohteessa eheyttävän kemian opetuksen metodeja soveltaen siten, että jokainen pienryhmä koosti omasta jäteveden puhdistukseen liittyvästä aiheestaan ajatuskartan tekemälleni Flinga-alueelle. Saamani palautteen ja tekemieni havaintojen perusteella kolmas pitämäni oppitunti oli sujuva kokonaisuus ja oppilaat osallistuivat aktiivisesti oppitunnilla. Flinga-sovelluksen käyttö näytti aktivoivan oppilaita mutta sovelluksen käytöstä aiheutui teknisiä ongelmia sovelluksen kaatuessa kesken tunnin, jolloin eheyttävää opetusta hyödyntävään osioon ei saatu tehtyä yhteistä loppukoontia.

Neljännen oppitunnin aiheena oli tislaus, jonka käsittelyyn varasin oman erillisen yksöistunnin sen merkittävyyden takia. Aloitin tunnin jo perinteeksi muodostuneen opetuskokeilujakson aiheita kokoavan ajatuskartan läpikäynnillä, minkä jälkeen käytiin lävitse tislauksen määritelmä ja tutustuttiin erilaisiin tislauslaitteistoihin sekä katsottiin yhdessä lyhyt video, jossa tislattiin värjätystä liuoksesta väriaine pois. Lopetin tunnin eheyttävän opetuksen osiolla, jossa käsiteltiin sadeveden talteenottoa ja käsittelyä juomavedeksi Mexico Cityn huono-osaisilla aluilla, joissa ei ole toimivaa vedenjakelujärjestelmää. Neljänneltä pitämältäni oppitunnilta saamani palautteen perustella erittäin hyvin onnistui oppitunnin jaksottaminen teoriasisältönsä puolesta helposti ymmärrettäviin osioihin sekä eheyttävän opetuksen osion visuaalisuus. Kuitenkin opetukseni tämän tunnin aikana oli liian opettajajohtoista ja minua kehotettiinkin antamaan jatkossa

enemmän tilaa oppilaiden kanssa käytävälle keskustelulle ja tehtävien tekemiselle. Oppitunnin aikana oli myös havaittavissa etäopetukseen käytettävän sovelluksen yhteyden pätkimistä, mikä oli harmillinen seikka, johon tulee etänä pidettävien oppituntien suunnittelussa varautua. Neljännen tunnin aiheena oli tislaus. Tislauksen varsinaiseen käytännön opetukseen ei kuitenkaan opetuskokeilujakson puitteissa ollut mahdollisuutta, sillä tislauslaitteiston käyttö olisi edellyttänyt lähiopetusta. Tämä oli mielestäni erittäin harmillista, mutta oppilaat palasivat onneksi opetuskokeiluni loputtua lähiopetukseen, jonka puitteissa tislauksen, kuten muiden seosten erottelumenetelmien harjoitteleminen oli mahdollista ohjaavan opettajan opastuksella.

Viidennen ja samalla viimeisen oppitunnin aiheena oli haihdutus, kiteytys, sentrifugointi ja kromatografia seosten erotusmenetelminä. Lyhyen kertausosion jälkeen siirryin tarkastelemaan haihdutusta ja kiteytystä erotusmenetelminä käytännön esimerkkien kautta, minkä jälkeen kävin saman tyylisesti lävitse sentrifugoinnin ja kromatografian. Sentrifugointia ja kromatografiaa ei ollut sisällytetty opetuksessa käytettävään oppikirjaan, mutta katsoin kuitenkin tärkeäksi asiaksi käydä nämäkin seosten erottelumenetelmät läpi pintapuolisesti, sillä niihin liittyviä oppilastöitä ja muita sovelluksia käsitellään laajemmin ylemmillä kouluasteilla, joten niihin tutustuminen oli näiltä osin hyödyllistä ja tarkoituksenmukaista.

Padlet-sovelluksen käyttö tuotti kuitenkin ongelmia, sillä oppilaiden tekemissä yhteenvedoissa ei ollut asetettavissa pituusrajaa, jonka seurauksena oppilaat pystyivät liittämään suuria määriä tekstiä osaksi omaa tuotostaan. Tämän seurauksena myös Padlet-sovellus kaatui kesken oppitunnin, joten lupaavalta vaikuttanut tehtävä kariutui käytettävän sovelluksen teknisien ominaisuuksien asettamiin rajoitteisiin. Toivonkin, että opetussovellusten kehittäjät heräisivät tarjoamaan paremmin perusopetukseen soveltuvia verkkoalustoja, joiden avulla edellä kuvatun kaltainen oppilaiden toimesta tapahtuva oppitunnin häirintä voitaisiin estää etäopetustilanteissa.

5.2 Toinen kehittämistuotos

Tässä alaluvussa läpikäydään opetuskokeilun oppitunneilta saadun palautteen perusteella paranneltua oppituntisuunnitelmakokonaisuutta ja oppitunneilla käytettyjä, OneNote-alustalle laadittuja oppimateriaaleja.

Ensimmäisen oppitunnin tapauksessa tuntisuunnitelmaa muokattiin siten, että siitä jätettiin varsinainen eheyttävän opetuksen osio kokonaan pois. Tämä muutos tehtiin sen takia, että kyseessä on uutta asiakokonaisuutta käsittelevän kurssin ensimmäinen op-

pitunti, minkä lisäksi oppituntia pitää oppilaille ennestään tuntematon harjoittelija. Tämän vuoksi onkin mielestäni hyödyllisempää käyttää oppitunnin resurssit olennaisten käsitteiden opiskeluun kuin väkisin sisällyttää ensimmäiseen oppituntiin eheyttävää opetusta muuten kuin tunnin aiheeseen, puhtaisiin aineisiin ja seoksiin, liittyvin lyhyin demonstraatioin ja esimerkein. Tämän takia olen muokannut ensimmäistä oppituntiani siten, että sen puitteissa käydään ensiksi tunnilla opettavat käsitteet läpi pääpiirteittäin opettajajohtoisesti käytännön esimerkkien avulla. Tämän jälkeen annan oppilaille tehtäväksi koota pienryhmissä aihetta kokoavat käsitekartat, joiden avulla he oppivat tiedon hakemista ja selkeää jäsentelyä. Oppitunnin lopuksi laadittuja käsitekarttoja käydään yhdessä lävitse ja varmistetaan työn tarkoituksenmukainen suorittaminen. Käsitekartan laatimiseen voi käyttää etäopetuksessa esimerkiksi Flinga-sovellusta tai Office 365 -ympäristön sovelluksia, jotka mahdollistavat käsitekartan reaaliaikaisen muokkaamisen useammalta laitteelta. Lähiopetuksessa käsitekartan voi laati vaihtoehtoisesti myös kynällä ja paperilla.

Toista oppituntia tarkastellessa en nähnyt suurta tarvetta muokata oppituntisuunnitelmaani, sillä tältä tunnilta saamani palaute oli pääasiallisesti positiivista ja oppitunti on hyvin opintojakson toteutusta tukeva. Näin kuitenkin tarpeelliseksi sisällyttää oppituntiin pienimuotoisen eheyttävän opetuksen osuuden, sillä eheyttävää opetusta ei vielä tähän mennessä ole sisällytetty tuntisuunnitelmiin. Tässä kohtaa kurssia ollaan kuitenkin vasta syventymässä kemiaan oppiaineena, joten kovin laaja-alaista eheyttävän opetuksen osuutta ei oppituntiin voida sisällyttää käsitteiden ja työtapojen opettelun tärkeyden ajaessa suuripiirteisemmän oppiainerajojen rikkomisen ohitse. Eheyttävää opetusta on kuitenkin mielekästä hakea kotitalouden puolelta keittiökemian merkeissä tutkimalla yhdessä kotitalousluokasta löytyvien aineiden ja seosten, kuten sokerin, suolan ja maidon ominaisuuksia. Tämän takia olen muokannut alkuperäisen tuntisuunnitelman osuuden ”Millaisia seoksia löytyy keittiöstä?” tapatumaan kotitalousluokassa ja vaihtanut sen otsikoksi ”Millaisia seoksia löytyy kotitalousluokasta?”.

Kolmannen oppitunnin osalta muokkasin tuntisuunnitelmaa siten, että Flingaan tehtävä eheyttävän opetuksen pienryhmätehtävä tehdäänkin Teamsin virtuaaliselle tehtäväalueelle. Käytettävän sovelluksen vaihto johtuu tunnilla havaitusta ongelmasta Flinga-sovelluksen käytössä, sillä oppilaat voivat halutessaan kaataa kyseisen sovelluksen syöttämällä sovellukseen suuria määriä tekstiä. Lähiopetuksessa vastaavanlainen työ voitaisiin toteuttaa myös kynän ja paperin avulla, mitä pidän kaikista varmimpana tapana työn suorittamiseen. Pienryhmätehtävän tarkoituksena on tutustuttaa oppilaita jätevedenpuhdistuksessa käytettäviin seosten erotusmenetelmiin ja samalla demonstroida

kemiallisten menetelmien ja prosessien käyttöä jokaisen arkeen ja elintasoon vaikuttavan prosessin, kuten jätevedenpuhdistuksen kontekstissa.

Neljännen oppitunnin osalta olen muokannut tuntisuunnitelmaa poistamalla tislausvideon ja sen sijaan rakentamalla tislauslaitteiston ja suorittamalla lyhyen tislauksen oppilaiden kanssa. Laitteiston rakentaminen aloitetaan tarkastelemalla kuvaa kirjan kuvaa yksinkertaisesta tislauslaitteistosta, jonka jälkeen pyritään kokoamaan samanlainen laitteisto itsenäisesti. Lähiopetuksessa laitteiston kokoaminen tehtäisiin pienryhmissä itsenäisesti opettajan valvonnan alaisena, mutta etäopetuksen tapauksessa opettaja voi rakentaa laitteiston oppilaiden antamien ohjeiden mukaisesti. Tällöin oppilaat oppivat antamaan selkeitä ja ymmärrettäviä ohjeita ja oppivat samalla kokoamaan tislauslaitteiston etäopetuksen kautta. Tämän jälkeen suoritetaan yksinkertainen tislaus, kuten väriaineen tislaaminen pois liuoksesta. Tämä tislaus voidaan myös suorittaa oppilaiden toimesta itsenäisesti lähiopetuksessa tai vaihtoehtoisesti oppilaiden antamien neuvojen kautta etäopetuksen tapauksessa.

Viidettä tuntisuunnitelmaa muokkasin suoritettavan pienryhmätehtävän osalta siten, että sen toteutus tehtäisiin Padlet-sovelluksen sijasta Teams-sovelluksen kautta Padlet-sovelluksen käytöstä johtuvien teknisten ongelmien takia. Muokkasin myös eheyttävän pienryhmätehtävän tehtävänantoa ymmärrettävämmäksi.

5.3 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Opetuskokeilu osoittautui moninaisista haasteistaan huolimatta kehitysprosessin osalta merkitykselliseksi eheyttävän opetuksen testausalustaksi, jonka kautta tuottamani oppituntisuunnitelmia kehitettiin edelleen vastaamaan paremmin eheyttävän kemian opetuksen käytännön opetustyöstä kumpuavia haasteita, eritoten etäopetuksen näkökulmasta. Opetuskokeilujakson aikana oppilailta saadun palautteen perusteella oppilaiden kiinnostuksen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana voitiin katsoa nousseen jonkin verran. Tämän lisäksi oppilaspalautteen perusteella heidän kokemuksensa kemian opetuksesta parani huomattavasti, samoin kuin heidän kykynsä soveltaa kemiaa myös oppituntien ulkopuolella.

Kirjallisuusanalyysillä vastattuihin tutkimuskysymyksiin perustuva tutkimus on osaltaan luotettava, sillä kirjallisuusanalyysi pohjautuu vertaisarvioituun tieteelliseen tutkimustietoon ja kirjallisuuteen. Sen sijaan tutkimuksen empiirinen osuus, eli laadittujen eheyttävän opetuksen osuuksien käytännön testaaminen ja palautteen keruu olivat suhteellisen epäluotettavia tutkimuksen osia. Empiirisen osuuden luotettavuuden ongelmakohdat aiheutuivat tutkittavan ryhmän koosta johtuen. Opetuskokeilun kohderyhmä koostui

noin viidestätoista oppilaasta ja ohjaavasta opettajasta. Näin pienen otoskoon antaman palautteen perusteella on hankala tehdä tilastollisesti valideja johtopäätöksiä, sillä yksittäisen palautteenantajan rooli korostuu erityisen paljon. Tämän lisäksi opetusharjoittelun järjestäminen etäopetuksena muutti perustavanlaatuisesti tutkimusolosuhteita, joten tämän perusteella tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä lähiopetukseen.

Minun oli alun perin tarkoitus analysoida oppituntien vaikuttavuutta kyselytutkimuksella, jonka toteutin oppituntien yhteydessä. Tähän kyselytutkimuksiin liittyi kuitenkin tutkimuseettisiä seikkoja julkisen opinnäytetyön osalta, joista en ollut tietoinen. Täten kyselytutkimuksen vastauksia ei voida käyttää tutkimuksen empiirisen osan vaikutusten tutkimiseen. Kyselytutkimuksen tulosten sijaan arvioin vaikutuksia omien havaintojeni ja saamani suoran palautteen perusteella.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kandidaatintyöni tarkoituksena oli kehittää eheyttävää kemian opetusta hyödyntävä tuntisuunnitelmakokonaisuus käytettäväksi seitsemännen luokan kemian opetuksessa. Työn aihe valikoitui aineopettajan pedagogisien opintojen opetuskokeilun perusteella, sillä oppituntisuunnitelmia testattiin tällä opetusharjoittelujaksolla autenttisessa opetusympäristössä. Opetuskokeilu toteutettiin vallitsevan Covid-19-pandemiatilanteen vuoksi etäopetuksena, mikä vaikutti osaltaan oppituntien suunnitteluun ja toteutukseen. Työtä suunnitellessa tehtiin sekä teoreettista että empiiristä tutkimusta eheyttävään kemian opettamisen ja oppimisen saralla. Työssä tehtiin enimmäkseen vertikaalista eheyttämistä, eli opetettavan aineen, kemian, eheyttämistä mielekkääksi kokonaisuudeksi. Tämän lisäksi työssä tehtiin vähemmissä määrin myös horisontaalista eheyttämistä eli tarjottiin erilaisten opetuskokonaisuuksien avulla tarttumapintaa myös muihin oppiaineisiin.

Ensimmäinen tutkimuskysymykseni oli, millä tavoin eheyttävän opetuksen menetelmät ovat sovellettavissa kemian opetukseen. Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella eheyttävän opetuksen menetelmät soveltuvat hyvin kemian opetukseen. Tätä puoltavat sekä aiemmat käsitykset oppijoiden motivaation ja kiinnostuksen linkittymisestä opetustuloksiin (kts. kappale 3.3) sekä teoriat kemiallisen tiedon tasoista, erityisesti kemian nk. ”ihmistaso” (Talanquer & Sjöström, 2014). On olemassa näyttöä oppitunneilla käytetyn opetusmenetelmän ja oppilaiden motivaation ja kiinnostuksen välillä. Oikein valituilla opetusmenetelmillä voidaan herättää oppilaiden kiinnostusta ja motivoida heitä opetettavan aineen opiskeluun. Tämä motivaation ja kiinnostuksen lisääntyminen on huomattavissa parantuneina oppimistuloksina ja pitkäaikainen kiinnostus ja sisäistetty motivaatio voivat parhaimmillaan kantaa läpi elämän tieteen harjoittamisessa niin harraste- kuin ammattitasolla. Tätä tutkittiin erityisesti tutkimuksen empiirisessä osiossa, jossa testattiin eheyttävää opetusta hyödyntävän oppituntisuunnitelmakokonaisuuden vaikutusta oppilaiden motivaatioon kemian oppimista kohtaan.

Toinen tutkimuskysymys pohti, liittyykö eheyttävän opetuksen käyttöön perusasteen kemian opetuksessa erityisiä haasteita. Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella suurimmaksi eheyttävään opetukseen liittyväksi haasteeksi nousi nk. ”vertikaalinen eheyttäminen”, eli kaikki eheyttävän opetuskokonaisuuden kautta käytävät oppiainekohtaiset asiat saadaan käytyä läpi tarpeeksi kattavasti käytettävissä olevien oppituntien puitteissa. Eheyttävässä opetuksessa häivytetään perinteisiä oppiainerajoja si-

ten, että oppitunneilla opittuja asioita voidaan hyödyntää myös oppituntien ulkopuolisissa ympäristöissä. Useampaa oppiainetta yhdistävissä oppimiskokonaisuuksissa on kuitenkin se vaara, että joihinkin oppiaineisiin kohdistuu enemmän resursseja ja tämän myötä eheyttävästä oppimiskokonaisuudesta tulee sisällöllisesti toispuoleinen eikä se täten täytä opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) vaatimuksia kunkin aineen opetussisällöistä.

Kolmas tutkimuskysymys käsittelee, millaisia vaikutuksia eheyttävän opetuksen käytöllä on oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana. Tähän kysymykseen etsittiin vastauksia oppilailta tulleen palautteen kautta ja reflektoimalla opetuskokeilujakson tiimoilta heränneitä tuntemuksia ja tehtyjä havaintoja. Opetuskokeilujakson perustella oppilaiden kiinnostus kemiaa kohtaan kasvoi huomattavasti. Havaintojeni perusteella oppilaiden kokemus omasta kyvykkyydestään oppia kemiaa kasvoi jonkin verran, samoin kuin heidän kykynsä tunnistaa kemian tunneilla oppimiaan asioita myös oppituntien ulkopuolella. Näiden tulosten myötä voidaan päätellä eheyttävän opetuksen käytön vaikuttavan positiivisesti oppilaiden suhteeseen kemiaa kohtaan oppiaineena ja tieteenalana. Tulosten perustella on kuitenkin hankalaa tehdä luotettavia johtopäätöksiä, sillä tulosten perustana on käytetty vain yhtä, noin viidestätoista oppilaasta koostuvaa opetusryhmää. Tämän lisäksi opetuskokeilun järjestäminen etäopetuksena muutti perustavanlaatuisesti tutkimusolosuhteita, joten tulokset eivät ole yleistettävissä lähiopetukseen.

Tämän perusteella ehdotan aiheesta jatkotutkimuksia lähiopetuksessa useammalla opetusryhmällä siten, että osalle ryhmistä pidetään eheyttäviä kemian oppitunteja ja lopuille muilla opetusmenetelmillä pidettäviä oppitunteja. Tällä tavoin eheyttävän opetuksen ja muiden opetusmenetelmien vaikutuksia voitaisiin vertailla toisiinsa suuremmalla oppijamäärällä, jolloin myös saadut tulokset olisivat tilastollisesti ja tieteellisesti luotettavampia.

LÄHTEET

Aksela, M., & Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu -tutkielman tutkimusmenetelmänä. Kehittämistutkimus opetusalalla.

Barab, S., & Squire, K. (2009). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. 8406. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301

Bakker, A. (2018). Design research in education: a practical guide for early career researchers (First edition.). Routledge, an imprint of Taylor and Francis.

Collins, A. (1999). The changing infrastructure of education research. Kirjassa E. C. Lagemann & L. S. Shulman (toim.), Issues in education research: Problems and possibilities (s. 289-298). San Francisco: Jossey-Bass Publishers

The Design-Based Research Collective: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. (2003). Educational Researcher, 32(1), 5–8. https://doi.org/10.3102/0013189X032001005

Eilks, I.; Lippel, M. & Stuckey, M. (2014). Teaching chemistry about 'Stevia' - a case of cooperative curriculum innovation within PROFILES in Germany Teaching Chemistry about 'Stevia' – A Case of Cooperative Curriculum Innovation within PROFILES in Germany. 4.

Jeskanen, E. (2015). ”Eheyttävä kemian opetus nuorten kiinnostuksen tukena: esimerkkinä kiertotalous.” Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. Journal of Chemical Education, 70(9), 701–705. https://doi.org/10.1021/ed070p701

Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R., & Meisalo, V. (2004). Gender Issues Boys ” and Girls ” Interests in Physics in Different Contexts : A Finnish Survey. Teoksessa A. Laine, J. Lavonen, & V. Meisalo (Toim.), Current research on mathematics and science education: Proceedings of the XXI Annual Symposium of the Finnish Association of Mathematics and Science Education Research. Helsinki: Helsingin yliopisto. Noudettu osoitteesta http://www.edu.helsinki.fi/malu/tutkimus/tutkimusseura/proceedings2004.pdf

Haatainen, O., Kousa, P., Heiskanen, N., Asikainen, T., Sjöblom, A., & Aksela, M. (2015). Eheyttävää kemian opetusta oppiaineiden välisenä yhteistyönä. Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education, 3(6), 744–762. https://doi.org/10.31129/lumat.v3i6.995

Haatainen, O. (2014). ”Kehittämistutkimus: Verkkomateriaali suklaasta eheyttävään kemian opetukseen.” Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto

Hidi, S., Renninger, K. A., & Hidi, S. (2010). The Four-Phase Model of Interest Development The Four-Phase Model of Interest Development. 1520(2006). https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102

Kangaskorte A., Lavonen J., Pikkarainen O., Saari H., Sirviö J., Vakkilainen K.-M. & Viiri J. (2017), FyKe 7–9 Kemia, Sanoma Pro Oy, Helsinki, 191 s.

Karppinen, J. P. I. (2019). ”Eheyttävä opetus luonnontieteiden opetuksessa.” Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto

Kousa, P., Tuomisto, M., Mustikkaniemi, H., & Aksela, M. (2015). Yhteisöllistä ja eheyttävää opettajankoulutusta: Esimerkkinä matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa-kurssi. Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education, 3(6), 829–837. https://doi.org/10.31129/lumat.v3i6.1002

Kotajoki, T. (2020). ”Kehittämistutkimus: hiilivetyjen kemia -aiheisen projektityön suunnittelu yläkouluun.” Kandidaatintyö, Tampereen yliopisto

Kujamäki, P. (2009). Opetussuunnitelman aihekokonaisuudet ja opetuksen eheyttäminen. Teoksessa: Moisio, O. P. & Suoranta, J.(toim.). Kriittisen pedagogiikan kysymyksiä, 3, 61–90.

Muilu H. & Virtanen T. (2016), Titaani Kemia 7–9, Otava, Keuruu, 279 s.

Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Saatavilla osoitteessa: http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf [viitattu 15.4.2021]

Opetushallitus. (2019). Lukion opetussuunnitelman perusteet pähkinänkuoressa. Saatavilla osoitteessa: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/lukion-opetussuunnitelman-perusteet-pahkinankuoressa-saavutettava_0.pdf [viitattu 15.4.2021]

Opetus- ja kulttuuriministeriö (2021), PISA-tutkimus ja Suomi [Verkkosivu]. [Viitattu 18.7.2021]. Saatavissa: https://minedu.fi/pisa

Pernaa, J. (2013), Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä, Kehittämistutkimus opetusalalla, PS-kustannus.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 54–67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000b). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist, 55(1), 68–78.

Savolainen, M. (2017). Kehittämistutkimus: Eheyttävää opetusta tukeva verkkomateriaali sipulin kemian kontekstissa.

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. Chemistry Education Research and Practice, 14(2), 156-168.

Talanquer, V. & Sjöström, J. (2014). Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization.

Keski-Petäjä, M. & Witting, M. (2018), Tilastokeskus. Alle viidennes opiskelijoista opinnoissa, joissa tasaisesti naisia ja miehiä – koulutus-alojen eriytyminen jatkuu. Saatavilla osoitteessa: https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/alle-viidennes-opiskelijoista-opinnoissa-joissa-tasaisesti-naisia-ja-miehia-koulutusalojen-eriytyminen-jatkuu/ [viitattu 15.4.2021]

von Maurice, J., Dörfler, T., & Artelt, C. (2014). The relation between interests and grades: Path analyses in primary school age. International Journal of Educational Research, 64, 1–11.

LIITE A: TUNTISUUNNITELMAT

(Tuntisuunnitelmiin kirjoitetut muutokset on merkattu punaisella korostusvärillä)

TUNTISUUNNITELMA (1. oppitunti)

Oppitunnin aihe

Puhtaat aineet ja seokset, eheyttävän opetuksen workshop-aiheena: Mitä on ”puhdas vesi”?

Keskeiset käsitteet

Puhdas aine
Seos
Tasakoosteinen eli homogeeninen seos
Sekakoosteinen eli heterogeeninen seos

Oppitunnin kasvatukselliset tavoitteet ja oppimiseen liittyvät tavoitteet

o Oppilaan tavoitteet

- Oppia puhtaan aineen ja seoksen käsitteet.
- Soveltaa opittuja käsitteitä ryhmätyön kautta.
- Osallistua aktiivisesti ryhmätyön tekemiseen

o Harjoittelijan tavoitteet

- Pitää onnistunut tunnin aiheita kokoava ryhmätyö.
- Saada tarvittavat käsitteet opetettua intuitiivisella tavalla.
- Opettaa tunnin asiat oppijakeskeisesti ryhmätyön kautta.

Tarvittavat välineet

Sovellus ajatuskartan tekoon (esim. Flinga tai MS Paint), OneNote;

Oppitunnin kulku: mitä, miten ja miksi

o tunnin kulku ja ajoitussuunnitelma pääpiirteissään

Aikaa kulunut (min)	Aihe
0	Harjoittelijan ja kurssin teemojen esittely
5	Puhtaat aineet & seokset
10	Puhtaat aineet & seokset
15	Ryhmätyön tehtävänanto
20	Kokoava ryhmätyö
25	Kokoava ryhmätyö
30	Kokoava ryhmätyö
35	Kokoava ryhmätyö
40	Ryhmätyön koonti
45	Tunnin lopetus

o siirtymät osioiden välillä

- tunnilla käytävät esimerkit ratkaisuineen
- Ryhmätyönä tehtävä ajatuskartta

o motivointikeinot

- Ryhmätyönä tehtävä ajatuskartta auttaa kokoamaan tunnilla opittuja käsitteitä ja mahdollistaa niiden soveltamisen eheyttävää opetusta hyödyntävissä tehtävissä

o mahdollinen eriyttäminen

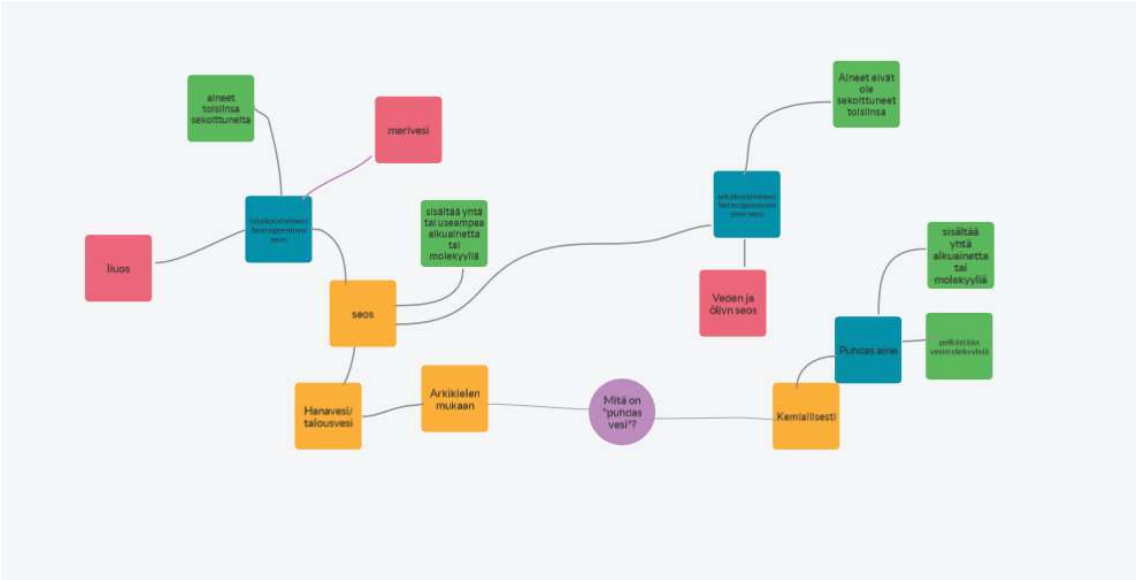
- Eriyttäminen ryhmätöiden yhteydessä

o työtavat (oppijakeskeiset, opettajakeskeiset, toiminnallisuus)

- Oppijakeskeiset: Ryhmätyönä tehty ajatuskartta
- Opettajakeskeiset: Käsitteiden esittely ja tehtävänannot

o tunnin lopetus ryhmätyön yhteisen käsittelyn jälkeen

7. Taulukuva



Esimerkki ryhmätyönä tehdystä ajatuskartasta

TUNTISUUNNITELMA (2. oppitunti)

Oppitunnin aihe
Puhdas aine, seos ja liuos
Keskeiset käsitteet
Puhdas aine, homogeeninen ja heterogeeninen seos, liuos, liuotin, liukoisuus, kylläinen liuos;
Oppitunnin kasvatukselliset tavoitteet ja oppimiseen liittyvät tavoitteet

- o Oppilaan tavoitteet
  - Oppimistavoitteiden saavuttaminen
  - Aktiivinen osallistuminen
  - Asiallinen käytös etätunneilla
- o Harjoittelijan tavoitteet
  - Saada oppitunti pidettyä etäopetustoteutuksena
  - Saada tunti pidettyä aikataulun mukaisesti
  - Saada opetuskokeilua ja kandidaatintyötä varten tarvittavaa tietoa

Tarvittavat välineet
OneNote, Kahoot;
Oppitunnin kulku: mitä, miten ja miksi

- o tunnin kulku ja ajoitussuunnitelma pääpiirteissään

- siirtymät osioiden välillä
- tunnilla käytävät esimerkit ratkaisuineen

Aikaa kulunut (min)	Aihe
0	Ajatuskartan läpikäynti
5	Käsitteitä (homo- ja heterogeeninen seos)
10	Millaisia seoksia löytyy keittiöstä?
15	Millaisia seoksia löytyy keittiöstä?
20	Motivointikysymykset 1–3
25	Käsitteitä (liuos & liuotin)
30	Motivointikysymys 4
35	Tuntitehtäviä (T3)
40	Tuntitehtäviä (T4)
45	Motivointikysymys 5
50	Käsitteitä (liukoisuus & kylläinen liuos)
55	Motivointikysymys 6
60	Sokerin ja suolan liukoisuus lämpötilan funktiona
65	Kuparisulfaatin liukoisuus (kirjan esimerkki)
70	Kylläisen liuoksen valmistaminen ja kiteyttäminen (työ 7.2)
75	Kylläisen liuoksen valmistaminen ja kiteyttäminen (työ 7.2)
80	Kahoot
85	Kahoot
90	5 min tauko (kaksoistunti sis. 5 min välitunnin, mutta oletan oppilaiden haluavan pitää oppitunnin putkeen)
95	Tunti loppunut

- valitsemasi oppilastyöt ohjeineen (fyke)
- valitsemasi tunti- ja kotitehtävät
- motivointikeinot (motivointikysymykset)
- mahdollinen eriyttäminen (Tässä vaiheessa ei niin keskeisessä osassa)
- työtavat (oppijakeskeiset, opettajakeskeiset, toiminnallisuus, …)
  - Opetus opettajajohtoista mutta pyrin aktivoimaan oppilaita toiminallisilla demoilla ja motivaatiokysymyksillä
- tunnin lopetus
  - Tunnin loppuun Kahoot tämän ja aiemman tunnin aiheista

Motivointikysymykset

1. Mitä sokerille tapahtuu suussa?
2. Liukenevatko kaikki aineet veteen?
3. Millainen seos on liuos?
4. Ovatko seuraavien aineiden ja veden seokset liuoksia?
   - Ruokasuola
   - Sokeri
   - Vehnäjauhot
   - Omenaviinietikka
5. Ovatko seuraavat seokset liuoksia?
   - Omenamehu
   - Maito
   - Kahvi
   - Tee

6. Liukeneeko sokeri helpommin kylmään vai kuumaan veteen? Entä suola?

Liitteet
Tunnin aiheet

- liuos
- liuotin
- liukoisuus
- kylläinen liuos

Homogeeninen ja heterogeeninen seos

Homogeeninen seos = tasakoosteinen seos = seos, jossa aineet ovat täysin sekoittuneet toisiinsa
Heterogeeninen seos = sekakoosteinen seos = seos, jossa aineet eivät ole täysin sekoittuneet toisiinsa

Millaisia seoksia löytyy kotitalousluokasta?

Kokoonnutaan kotitalousluokkaan tarkastelemaan erilaisia elintarvikkeita ja mietitään, mitkä niistä ovat puhtaita aineita tai seoksia ja jos kyseessä on seos, selvitetään onko kyseessä ja homo- vai heterogeeninen seos.

- Talousvesi
- Mehujuoma
- Vehnäjauhot
- Omenaviinietikka
- Sokeri ($C_6H_{12}O_6$)
- Suola
- Kaakaojauhe

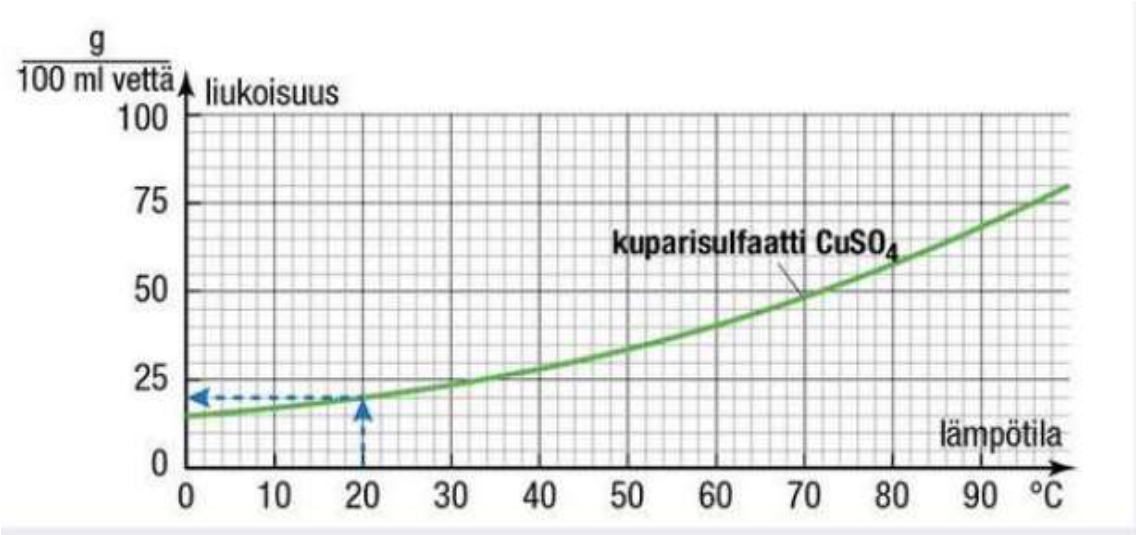
Kysymyksiä

Mitä sokerille tapahtuu suussa?
Se liukenee sylkeen
Liukenevatko kaikki aineet veteen?
Eivät, kuten öljy.
Millainen seos on liuos?
Nestemäinen, tasakoosteinen (homogeeninen) liuos

Liuos, liuotin & liukeneminen

- Liukenemisessa liukeneva aine sekoittuu liuottimeen ja muodostuu liuos, eli nestemäinen tasakoosteinen (heterogeeninen) seos.
- Liuos on yleensä kirkasta ja läpinäkyvää joko värillistä tai väritöntä nestettä.
- Liuotin on yleensä vesi, mutta myös muita liuottimia käytetään (alkoholit, bensiini, pesuaine) eritoten rasvan liuottamiseen.
- Liuotettava aine voi olla kiinteä aine, neste tai kaasu.
- Liukenemisessa aineiden rakenneosat sekoittuvat täydellisesti, joten liuennutta ainetta ei sellaisenaan voi enää nähdä liuoksessa.
- Jos neste on sameaa, seoksessa on liukenematonta ainetta, eikä kyseessä silloin ole liuos vaan sekakoosteinen seos. Esimerkiksi maito ei ole liuos vaan sekakoosteinen seos, koska se on sameaa.

Liukoisuus



a. Kuinka monta grammaa kuparisulfaattia liukenee 100 ml 20°C vettä?
b. Miten kuparisulfaatin liukoisuus muuttuu, kun veden lämpötila nousee?

a. 100 millilitraan liukenee 20 g kuparisulfaattia

b. Liukoisuus kasvaa

Liukeneeko sokeri helpommin kylmään vai kuumaan veteen? Entä suola?

Jotkut aineet liukenevat siis paremmin lämpötilan noustessa ja toiset liukenevat yhtä hyvin riippumatta lämpötilasta. Monet kaasut, kuten ammoniakki (NH_3) liukenevat kuitenkin huonommin veteen lämpötilan noustessa.

Aineen liukenemista helpottaa myös liuotettavan aineen hienojakoisuus ja sekoittaminen.

Kylläinen liuos

Liuos on tietyn aineen suhteen kylläinen, kun siihen ei enää liukene liuotettavaa ainetta.
Voiko tietyn aineen suhteen kylläiseen liuoksen liueta muita aineita?

TUNTISUUNNITELMA (3. OPPITUNTI)

Oppitunnin aihe
Seoksen aineet voidaan erottaa toisistaan

Keskeiset käsitteet
Suodatus, uutto, dekantointi, vedenpuhdistus (eheyttävä opetus);

Oppitunnin kasvatukselliset tavoitteet ja oppimiseen liittyvät tavoitteet

- Oppilaan tavoitteet
  - Oppia uuton ja suodatuksen käsitteet
  - Osallistua aktiivisesti oppitunnilla
  - Osallistuminen eheyttävään ryhmätyöhön.
- Harjoittelijan tavoitteet
  - Saada oppitunti pidettyä etäopetustoteutuksena
  - Saada tunti pidettyä aikataulun mukaisesti
  - Saada oppilailta palautetta pidetystä eheyttävästä ryhmätyöstä

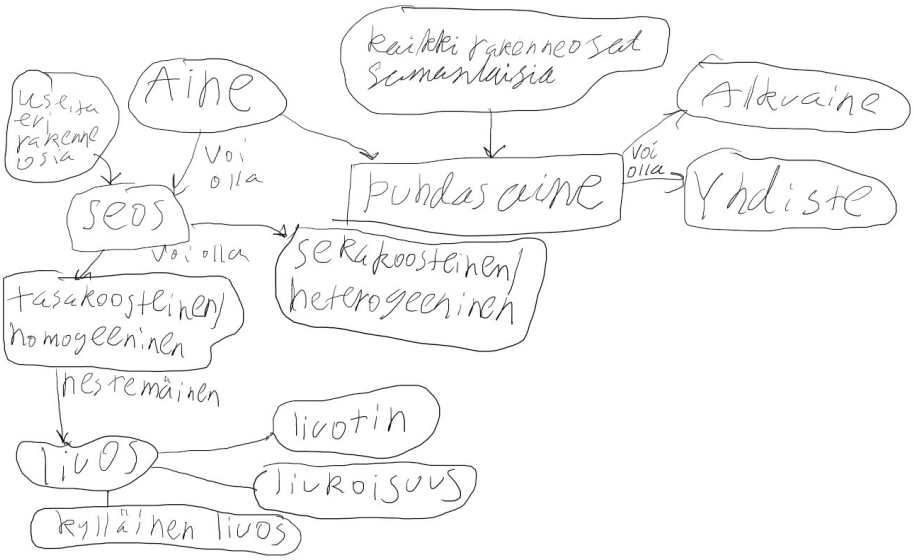
Tarvittavat välineet
OneNote;

Oppitunnin kulku: mitä, miten ja miksi

- tunnin kulku ja ajoitussuunnitelma pääpiirteissään

Aikaa kulunut (min)	Aihe
0	Kertaus
5	Johdantoesimerkki (kahvinkeitin)
10	Suodattaminen erottaa
15	Suodattaminen erottaa
20	Uuttaminen liuottaa
25	Uuttaminen liuottaa
30	Ryhmätyön tehtävänanto
35	Ryhmätyön tehtävänanto
40	Ryhmätyö
45	Ryhmätyö
50	Ryhmätyö
55	Ryhmätyö
60	Ryhmätyö
65	Ryhmätyö
70	Ryhmätyön yhteenveto
75	Ryhmätyön yhteenveto
80	Ryhmätyön palaute
85	Ryhmätyön palaute
90	Tunti loppunut

Taulukuva



Liitteet

Johdanto: Kahvinkeittimen toiminta

Kuvaaja **Clam Lo** palvelusta **Pexels**

Miten kahvinkeitin toimii?

Mitkä kaksi seosten erottelumenetelmää tapahtuvat kahvinkeitossa?
V: Uutto ja suodatus

Suodattaminen erottaa

- Joissakin tilanteissa kiinteä aine vajoaa nesteen pohjalle.
- Näissä tilanteissa neste voidaan erotella kaatamalla se pois kiinteän aineen päältä.
- Tätä menetelmää sanotaan dekantoimiseksi.
- Suodattamalla voidaan erottaa nesteeseen liukenematon kiinteä aine
- Suodatus toteutetaan asettamalla nesteeseen sekoittunut kiinteä aine suodatinsuppiloon asetetun suodatinpaperin sisään ja annetaan erottuvan nesteen, eli suodoksen, valua alla olevaan keittopulloon.
- Suodatinpaperin huokoisuus vaikuttaa siihen, miten paperi pystyy erottelemaan aineita.

Uuttaminen liuottaa

- Uuttamalla voidaan erottaa kiinteästä tai nestemäisestä aineesta liukenevia maku-, haju- ja väriaineita liuottimeen.
- Esimerkkinä uutosta on kahvin tai teen valmistus, jossa kahvinpurujen ja teenlehtien aromiaineet liukenevat veteen, minkä jälkeen purut ja lehdet erotetaan seoksesta suodattamalla
- Uutto ja suodatus ovat kummatkin aineiden erotusmenetelmiä.

Ryhmätyö: Miten jätevettä puhdistetaan?

- Tämän tunnin etätyöpajassa tutkitaan erilaisia jätevedenpuhdistukseen liittyviä teemoja.
- Jakaudutaan kuuteen eri ryhmään Teamsin pienryhmäkanaville.
- Jokainen ryhmä saa tutkittavaksi oman jäteveteen liittyvän teeman, johon liittyen ryhmä tekee aiheesta lyhyen kirjallisen tiivistelmän (n. 150 sanaa) Teamsin tehtäväalueelle.
- Apuna tiedonhaussa voi käyttää Teamsin tiedostot-osiosta löytyvää Vesikoulun tietopaketti jätevedestä -opasta ja internettiä.
- Aikaa 30 min

Ryhmä 1: Jäteveden mekaaniset puhdistusmenetelmät
Ryhmä 2: Kemiallinen puhdistus
Ryhmä 3: Biologinen puhdistus
Ryhmä 4: Miksi jätevettä puhdistetaan?
Ryhmä 5: Mitä on jätevesi?
Ryhmä 6: Mistä jätevesi on peräisin?

Aikaa kulunut (min)	aihe
0	Kertaus
5	Tislauksella saadaan talteen myös liuotin
10	Erilaisia tislauslaitteistoja
15	Mistä tilauslaitteisto koostuu?
20	Tislauslaitteiston rakentaminen
25	Lyhyt tislaus
30	Sadevedestä talousvettä
35	Sadevedestä talousvettä
40	Sadevedestä talousvettä
45	Tunnin lopetus

TUNTISUUNNITELMA (4. OPPITUNTI)

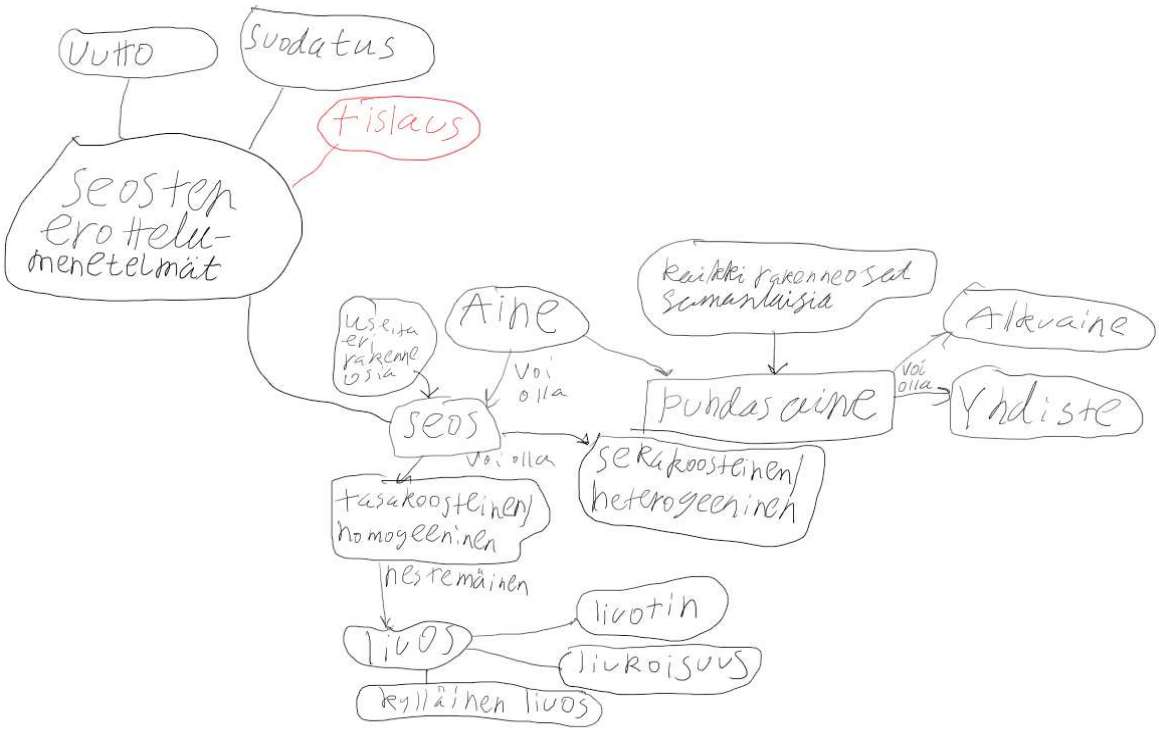
Oppitunnin aihe
Seoksen aineet voidaan erottaa toisistaan
Keskeiset käsitteet
Tislaus, Miten talousvettä puhdistetaan? (eheyttävä opetus)
Oppitunnin kasvatukselliset tavoitteet ja oppimiseen liittyvät tavoitteet

- Oppilaan tavoitteet
  - Oppia tislauksen käsite
  - Tutustua tislaukseen prosessina
  - Osallistuminen eheyttävän opetuksen työpajaan.
- Harjoittelijan tavoitteet
  - Saada oppitunti pidettyä etäopetustoteutuksena
  - Saada tunti pidettyä aikataulun mukaisesti
  - Saada opetuskokeilua ja kandidaatintyötä varten tarvittavaa tietoa (Forms)

Tarvittavat välineet
OneNote;
Oppitunnin kulku: mitä, miten ja miksi

- tunnin kulku ja ajoitussuunnitelma pääpiirteissään

7. Taulukuva

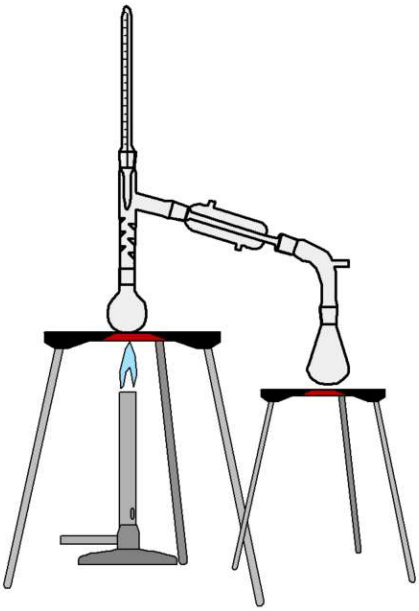


Liitteet

Tislauksella saadaan talteen myös liuotin

- Tislauksessa erotettava seos asetetaan pallonmuotoiseen tislauskolviin, joka kuumennetaan, kunnes seoksesta alkaa höyrystyä pois seoksen rakenneosasista se, jolla on alhaisin kiehumispiste.
- Tislaamalla voidaan erottaa nesteeseen liuennut kiinteä aine ja liuotin. Myös nesteet voidaan erottaa toisistaan tislaamalla.
- Aineiden erottaminen toisistaan tislaamalla perustuu niiden toisistaan eroaviin kiehumispisteisiin.
- Tislauksella erotettua ainetta kutsutaan tisleeksi

Erilaisia tislauslaitteistoja



Koulun oppilaslaboratoriossa koottava (yksinkertainen) tislauslaitteisto

Rakennetaan yhdessä yllä olevan kuvan mukainen tislauslaitteisto kuvan mukaisista varusteista antamalla opettajalle ohjeita.

Mistä lähdetään liikkeelle? (Statiivi, verkot, telineet & kaasupoltin)

Mitä sen jälkeen? (Kolvin asettaminen statiiviin)

Entä sitten? (Keräysastian asettaminen kolviin ja vedellä täytettyyn keitinlasiin)

Minkälaisia turvallisuuteen liittyviä riskejä tislaamiseen liittyy?

Tislauslaitteisto on valmis => Aloitetaan tislaus => Mitä työn suorittamisessa on otettava huomioon?

Mistä havaitsemme, että tislaus on alkanut tapahtua?

Milloin tiedämme, että voimme lopettaa tislaamisen? => Miten lopetamme tislaamisen?

Mitä työn lopettamisen jälkeen on tehtävä?

Sadevedestä talousvettä

Meksikon pääkaupunki México Cityn alueella asuu n. 21 miljoonaa ihmistä. México City on moderni pääkaupunki upeine pilvenpiirtäjineen ja hienostoalueineen. Monet kaupungin asukkaista asuvat kuitenkin huono-osaisemmilla alueilla, joilla ei ole toimivaa vesijohtojärjestelmää.

Näillä alueilla eläminen tuo mukanaan huomattavia vaikeuksia arjen välttämättömyyksien, kuten juomakelpoisen veden hankkimiseen. Kun vesijohdoista ei tule juomakelpoista vettä on asukkaiden hankittava juomavetensä vesirekoista, jotka kulkevat harvakseltaan ilman tarkkaa aikataulua. Tämän takia näiden alueiden kotitalouksissa on yhden henkilön oltava aina valmiina odottamassa vesirekan mahdollista saapumista, sillä muutoin juomakelpoinen vesi saattaa loppua ennen seuraavan rekan saapumista, mikä on monen paikallisen pahin painajainen.

México City on kuitenkin suhteellisen suurisateinen kaupunki. México Cityn vuosittainen sademäärä on keskimäärin 846 mm (vrt. Tampereen 578 mm). Etenkin kesän kuukausina kaupungissa sataa usein ja paljon, mikä saattaa aiheuttaa useita päiviä kestäviä tulvia, kun taas talvet ovat huomattavasti kuivempia.

Isla Urbana -säätiö yrittää ratkaista ongelmaa suunnittelemalla ja asentamalla sadeveden talteenottoon erikoistuneita järjestelmiä, joiden avulla sadevettä johdetaan maanalaisiin vesisäiliöihin, joissa vesi käsitellään kloorilla. Kun vettä tarvitaan kotitalouden tarpeita varten, pumpataan vettä säiliöstä suodatinjärjestelmän läpi asuntoon, jolloin hanasta tulee juomakelpoista, kirkasta vettä, joka kestää vertailun paikalliseen vesijohtoveteen.

Tällä tavoin köyhillä alueilla asuvilla on pääsy puhtaaseen juomaveteen jopa 8 kuukautena vuodesta, mikä avaa alueen asukkaille uusia mahdollisuuksia ja nostaa heidän elintasoaan merkittävästi.

Tämän osion inspiraationa on uutistoimisto Bloombergin YouTube-video A City Built on Water Is Running Out of It

Monet muutkin maailman suurkaupungit, kuten Yhdysvaltojen Los Angeles, Etelä-Afrikan Kapkaupunki ja Brasilian São Paolo kärsivät samankaltaisista ongelmista puhtaan juomaveden kanssa. Puhdas juomavesi onkin yksi tärkeimmistä asioista jokapäiväisessä elämässämme.

TUNTISUUNNITELMA (5. oppitunti)

Oppitunnin aihe
Seoksen aineet voidaan erottaa toisistaan

Keskeiset käsitteet
kiteytys, haihdutus, kromatografia, sentrifugointi;

Oppitunnin kasvatukselliset tavoitteet ja oppimiseen liittyvät tavoitteet

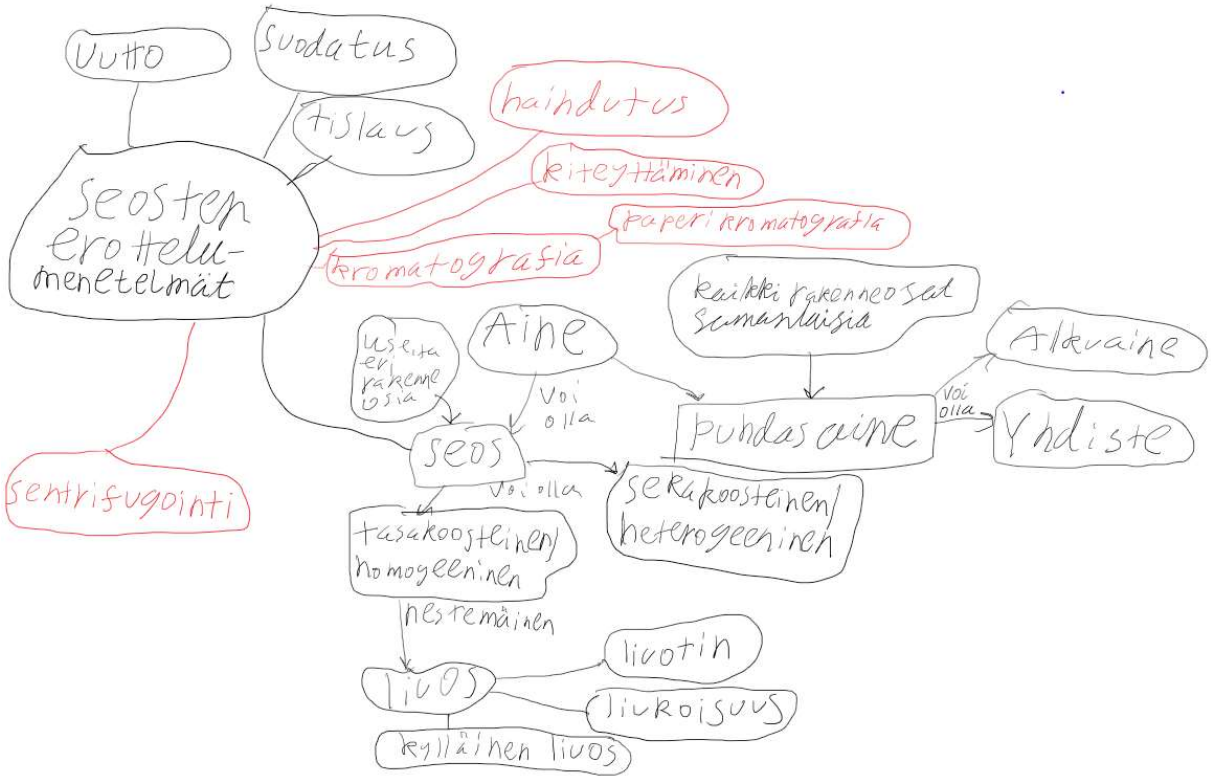
- Oppilaan/opiskelijan tavoitteet
  - Tutustua kiteytykseen, haihdutukseen, sentrifugointiin ja (paperi)kromatografiaan seosten erotusmenetelminä
  - Saada kokonaisvaltainen kuva seosten erotusmenetelmistä
  - Saada kosketuspintaa puhtaaseen veteen eheyttävän opetuksen projektin kautta.
- Harjoittelijan tavoitteet
  - Saada oppitunti pidettyä etäopetustoteutuksena
  - Saada tunti pidettyä aikataulun mukaisesti
  - Saada opetuskokeilua ja kandidaatintyötä varten tarvittavaa tietoa

Tarvittavat välineet
OneNote, Padlet, Kahoot;
Oppitunnin kulku: mitä, miten ja miksi

- tunnin kulku ja ajoitussuunnitelma pääpiirteissään

Aikaa kulunut (min)	Aihe
0	Oppitunnin aloitus
5	Kertaus
10	Haihdutus ja kiteytys
15	Haihdutus vs. tislaus
20	Sentrifugointi
25	Kromatografia
30	Kahoot
35	Kahoot
40	Puhdas vesi ympärillämme
45	Puhdas vesi ympärillämme
50	Puhdas vesi ympärillämme
55	Puhdas vesi ympärillämme
60	Puhdas vesi ympärillämme
65	Puhdas vesi ympärillämme
70	Puhdas vesi ympärillämme
75	Puhdas vesi ympärillämme
80	Palautetta harjoittelusta
85	Palautetta harjoittelusta
95	Tunti loppunut
100	Tauko (jos oppilaat sellaista toivovat)

Taulukuva



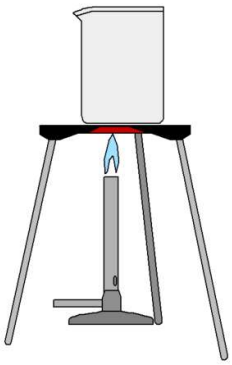
Liitteet

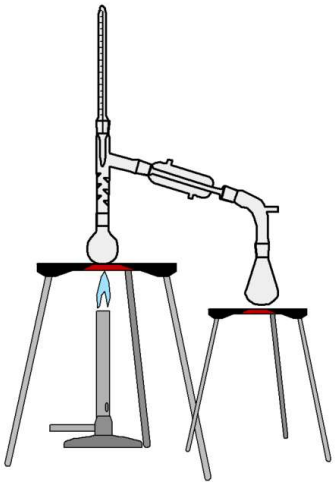
Haihdutus ja kiteytys

- Haihduttamalla erotetaan nesteeseen liuennut kiinteä aine.
- Nestemäinen liuotin höyrystyy ilmaan, jolloin nesteeseen liuennut kiinteä aine palaa takaisin kidemäiseen muotoonsa eli kiteytyy astiaan.
- Kiinteätä ainetta voidaan puhdistaa liuottamalla se veteen ja haihduttamalla vesi uudelleen. Tätä menetelmää kutsutaan uudelleenkiteytykseksi.

Haihduttamista käytetään isommassa mittakaavassa suolan valmistamisesta merivedestä. Merivettä tuodaan laakeisiin mutta kuitenkin suhteellisen mataliin haihdutusaltaisiin, joissa auringon lämpöenergia haihduttaa merivedestä veden pois, jolloin kiteytyvä suola voidaan kerätä takaisin.

Haihdutus vs. tislaus





Mitä samaa näissä kahdessa laitteistossa on?

Sentrifugointi

Oletko joskus ollut huvipuistossa pyörivässä laitteessa?
Mihin suuntiin laitteessa pyöriessäsi liikut?

Veren erottelu sentrifugoimalla

Hunajan erottelu kennoista sentrifugilla

Kromatografia

- Pienen ajan jälkeen huomataan, että vesi nousee pitkin paperia.
- Kun vesi pääsee kynällä merkattuun pisteeseen asti kynän väriaineet alkavat liueta veteen. Jos kynän väri on usean eri väriaineen seos, näiden väriaineiden tulisi erottua toisistaan veden noustessa ylöspäin.
- Tämä erotusmenetelmä on nimeltään paperikromatografia.
- Erotellaan pieniä määriä seoksia.
- Kromatografian nimi tulee kreikan sanoista khroma (χρῶμα), joka tarkoittaa väriä ja grafein (γράφειν), joka tarkoittaa kirjoittamista. Eli kromatografia on ikään kuin väriaineiden kirjoittamista irti toisistaan.
- Menetelmän keksi venäläisitalialainen kasvitieteilijä Mikhail Tsvet, vuonna 1900. Lieneekö sattumaa, että hänen sukunimensä tarkoittaa venäjäksi väriä ja kukkaa.
- Kemian laboratorioissa käytetään monenlaisia kromatografisia laitteistoja. Niiden toimintaperiaate on samanlainen kuin paperikromatografiassa, mutta paperi korvataan huokoisella kiinteällä aineella ja veden tilalla käytetään virtaavaa nestettä tai kaasua.

Puhdas vesi ympärillämme

Eilen (22.3.2021) oli maailman vesipäivä. Vesipäivän tarkoituksena on lisätä tietoa vesivarantojen vaikutuksesta meihin kaikkiin. Tänä vuonna teemana oli veden arvostaminen, kun taas seuraavana vuonna se on pohjavesi.
Jakaudutaan Teams-alueen ryhmiin ja pohditaan ryhmissä vastauksia veden eri teemojen kysymyksiin.
Vastaukset laitetaan Teamsin tehtävät-osiosta löytyvään palautuslaatikkoon.
Vastauksissa voi käyttää apuna vesipäivän tietopakettia, joka löytyy Teamsin tiedostoista nimellä WWD2021_toolkit_ENG.pdf ja tietenkin internettiä.

Ryhmä 1: Veden alkuperä
- Mitä veden kiertokululla tarkoitetaan?
- Mistä käyttämämme vesi on peräisin?
- Miksi ympäristönsuojelu on tärkeää puhtaan veden kannalta?

Ryhmä 2: Veden varastointi, käsittely ja jakelu eli vesi-infra
- Mitä vesi-infrastruktuurilla tarkoitetaan?
- Mikä vesi-infrastruktuurin tarkoitus on?
- Miten toimimaton vesi-infrastruktuuri näkyy ihmisten elämässä?

(Vihje: viime kerran tarina sadeveden talteenotosta Meksikossa)

Ryhmä 3: Vesipalvelut, eli juomavesi, viemäröinti ja terveyspalvelut
- Selvittäkää, kuinka moni ihminen maailmanlaajuisesti on vailla kunnollista juomavettä ja viemäröintiä.
- Millaisia seurauksia puutteellisella vedensaannilla on Covid-19 pandemian kannalta?

Ryhmä 4: Vesi maataloudessa
- Minkä tuottamiseen maatalous käyttää vettä?
- Miksi maatalous on arvokasta, vaikka se käyttääkin paljon vettä?
- Tutustukaa Araljärven ekokatastrofiin ja selvittäkää, mikä aiheutti kokonaisen järven kuivumisen. https://yle.fi/uutiset/3-7498333

Ryhmä 5: Vesi teollisuudessa ja liike-elämässä
- Mihin yritykset käyttävät vettä?
- Millaisen uhkakuvan vesipula, tulvat ja ilmastonmuutos asettavat yrityksille?

Ryhmä 6: Veden virkistyskäyttö
- Mitä veden virkistyskäytöllä tarkoitetaan?
- Mitä vettä käyttäviä virkistysalueita on olemassa?
- Miten epäpuhdas vesi haittaa sen virkistyskäyttöä?

LIITE B: TOISEEN TUNTISUUNNITELMAAN TEHDYT MUUTOKSET

Tunnin nro	Tunnin aihe	Tunnin kesto	Pohjustus (Demonstraatiot)	Tiedollinen osa	Eheyttävä osuus	Tehdyt muutokset
1	Puhtaat aineet ja seokset	45 min	Mitä on puhdas vesi?	Ajatuskarttojen laatiminen pienryhmissä	N/A	Eheyttävä osuus => pienryhmätyö
2	Homo- ja heterogeeniset seokset sekä liukoset ja niiden ominaisuudet	90 min	Liukoisuuden lämpötilariippuvuuden tarkastelu	Homo- ja heterogeeniseet seokset / Liuos, liuotin, liukeneminen, liukoisuus ja kylläinen liuos	Millaisia seoksia löytyy keittiöstä?	Eheyttävän osuuden sisällyttäminen tähän oppituntiin kotitalouden kautta.
3	Suodatus ja uutto	90 min	Miten kahvinkeitin toimii?	Suodattaminen erottaa, uuttaminen liuottaa	Miten jätevettä puhdistetaan? (Teams)	Eheyttävän osuuden toteutus Flinga => Teams
4	Tislaus	45 min	Tislauslaitteiston kokoaminen oppilaslähtöisesti	Lyhyt tislaus oppilaslähtöisesti	Sadevedestä talousvettä	Oppilaslähtöisyyden lisääminen
5	Haihdutus, kiteytys, sentrifugointi ja kromatografia	90 min	Haihdutuksen ja tislauksen samankaltaisuudet	Haihdutus ja kiteytys, Sentrifugointi, Kromatografia;	Puhdas vesi ympärillämme (Teams)	Eheyttävän osuuden toteutus Padlet => Teams