

OPIKELIJOIDEN KÄSITYKSIÄ
KOKEELLISUUDESTA KEMIASSA
JA LUKIO-OPETUKSESSA

Heidi Handolin

9.6.2008

Pro gradu-tutkielma

Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto

Kemian koulutusohjelma

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

Ohjaajat: Maija Aksela ja Markku Sundberg

Tiedekunta/Osasto - Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos - Institution – Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen		Kemian laitos	
Tekijä - Författare – Author			
Heidi Handolin			
Työn nimi - Arbetets titel – Title			
Opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta kemiassa ja lukio-opetuksessa			
Oppiaine - Läroämne – Subject			
Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto			
Työn laji - Arbetets art – Level	Aika - Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages	
Pro gradu - tutkielma	9.6.2008	70 + 30	
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Kemia on kokeellinen luonnontiede. Lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaan kokeellisuus on tärkeä osa myös kemian opetusta. Kokeellisuudella on opetuksessa monia tavoitteita. Se voi auttaa opiskelijaa myös kemian luonteen hahmottamisessa. Tämän tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään kokeellisuutta sekä kemian tieteessä että sen opetuksessa aikaisemman tutkimustiedon mukaisesti.</p> <p>Kemian kokeellisuutta tarkastellaan tutkielmassa erityisesti kemian filosofian näkökulmasta. Kemian filosofia on tieteenala, joka tutkii sen filosofisia kysymyksiä. Kemian filosofia ja sen merkitys opetukselle on uusi tutkimuksen kohde Suomessa.</p> <p>Tämän tutkimuksen päätavoitteena on saada tietoa opiskelijoiden käsityksistä kemian kokeellisuuden tavoitteista sekä lukio-opetuksen ja tieteen kokeellisuuden eroista. Tutkimuksen kohderyhmä koostui kemian laitoksen 1. vuosikurssin opiskelijoista, jotka olivat kirjoittaneet ylioppilaaksi vuosien 2006 tai 2007 aikana. Kyseistä aihetta ei ole aiemmin tutkittu Suomessa opiskelijoiden näkökulmasta. Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena käyttämällä tutkimusmenetelmänä teemahaastattelua. Haastattelut analysoitiin aineistolähtöisen sisällön analyysin avulla.</p> <p>Tutkimuksen mukaan opiskelijoiden lukio-opetuksessa kokeellisuuden tavoitteet ovat (i) kemian teorian konkretisoiminen, (ii) oppimisen tukeminen, (iii) kemian luonteen hahmottaminen, (iv) tieteelliseen maailmaan tutustuminen, (v) tuleviin opintoihin valmentautuminen ja (vi) kiinnostuksen herättäminen. Kemian tieteellisen kokeellisuuden ja kokeellisuuden koulussa eroina pidettiin niiden tavoitteita, suoritusvälineistöä ja tulosten tarkkuutta. Lukio-opetuksessa tulisi perehtyä kemian luonteeseen paremmin ja painottaa kokeellisuutta nykyistä selkeämmin.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
kemia, kemian filosofia, kemian opetus, kokeellisuus, opiskelijat, lukio, sisältöanalyysi			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Kemian opetuksen keskus ja Kumpulankampuksen tiedekirjasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			
Ohjaajat: Maija Aksela ja Markku Sundberg			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	3
2 KEMIA TIETEENÄ.....	5
2.1 Tieteen peruskäsitteitä.....	5
2.2 Tieteen tavoitteellisuus ja päämäärien tärkeys	8
2.3 Kemia ja filosofia.....	10
2.3.1 Kemian ainutlaatuisuus.....	10
2.3.2 Kemian mallintaminen	13
2.4 Tieteenfilosofia ja kokeellisuus.....	14
3 KOKEELLISUUS LUKIO-OPETUKSESSA.....	16
3.1 Tavoitteet kemian opetuksessa.....	16
3.1.1 Yleiset tavoitteet luonnontieteiden ja kemian opetukselle.....	17
3.1.2 Kokeellisuus kemian opetussuunnitelman perusteissa.....	18
3.2 Kokeellisuus opetuksessa.....	20
3.2.1 Yleistä kokeellisuudesta	21
3.2.2 Opettajien käsityksiä kokeellisuudesta koulussa.....	23
3.2.3 Opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta koulussa.....	24
3.3 Kemian oppiminen	25
3.3.1 Ajattelun eri tasot.....	26
3.3.2 Konstruktivismi.....	27
3.3.3 Tekemällä oppii.....	27
3.3.4 Kemian kieli ja oppiminen	29
3.3.5 Motivaatioteorioita.....	30
3.3.6 Vaihtoehtokäsitykset	31

4 TUTKIMUS	32
4.1 Tutkimuskysymykset	32
4.2 Tutkimuksen toteutus	32
4.2.1 Kohderyhmä.....	33
4.2.2 Teemahaastattelu	34
4.2.3 Sisällönanalyysi	36
4.2.4 Luotettavuustarkastelu.....	38
5 TULOKSET.....	42
5.1 Opiskelijoiden kokemuksia kokeellisuudesta	42
5.2 Lukio-opetuksen kokeellisuuden tavoitteet opiskelijoiden näkökulmasta ..	44
5.3 Opiskelijoiden kokemuksia lukio-opetuksen ja tieteen kokeellisuuden eroista	47
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	52
6.1 Yleisiä pohdintoja	52
6.2 Opiskelijoiden käsitykset kokeellisuuden tavoitteista	53
6.3 Opiskelijoiden käsityksiä koulukokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuden eroista	58
6.4 Jatkotutkimusideoita	60
6.5 Tutkimuksen merkitys	61
LÄHTEET.....	63
LIITTEET	71

1 JOHDANTO

Koulutus on yhteiskunnassamme muodostunut yhä tärkeämmäksi ja samalla luontevammaksi osaksi jokaisen sisäistä kasvua. Opetus vaikuttaa merkittävästi lukioikäisiin nuoriin ja heidän kehitykseensä nuoriksi aikuisiksi. Kemia koetaan usein varsin abstraktina ja samalla hankalana tieteen alana sekä oppiaineena. Opiskelijoiden kiinnostukseen ja innostukseen kemiaa kohtaan voidaan vaikuttaa. On tärkeää, että kemian opetukseen panostetaan ammattitaitoisesti ja osaavasti. Tutkimalla kemian opetusta ja sen kokeellisuutta saadaan tärkeää tietoa kemian opetuksen kehittämisen pohjaksi.

Kemia on luonteeltaan lähinnä kokeellisuuteen pohjautuva tieteenala. Kokeellisuus on osa kemiaa ja sitä on mahdollista toteuttaa mielekkäillä ja hyödyllisillä tavoilla myös lukion opetuksessa. Lukio valmentaa nuoria tuleviin haasteisiin, usein yliopisto- tai ammattikorkeakouluopintoihin. Nuorten joukosta tulee tulevaisuuden tutkijoita yhteiskuntaamme. Osana yleissivistystä kuuluu jokaisen tietää myös, mitä kemian tieteellä tarkoitetaan, miten kemiallinen tieto syntyy ja mitä muun muassa kemistit tekevät.

Kokeellisuus on keskeinen lähestymistapa lukion kemian opetuksessa (Opetushallitus, 2003). Kokeellisuutta ja sen tavoitteita on tähän mennessä tutkittu vähän opiskelijoiden näkökulmasta. Kokeellisuuden tavoitteiden tunteminen on olennaista, sillä ne ohjaavat kemian opetuksen toteutusta ja arviointia. Ymmärtämällä opiskelijoiden kokeellisuuden tavoitteita voidaan kokeellisuuden opetusta kehittää sekä lukiossa että yliopistossa.

Tässä tutkimuksessa kokeellisuutta ja sen tavoitteita tarkastellaan kemian filosofian näkökulmasta. Kemian filosofia on tieteenala, joka kuvaa kemian

omaperäistä ja ainutlaatuista luonnetta. (Scerri & McIntyre, 1997) Kemian filosofia opetuksessa on uusi tutkimuksen kohde Suomessa. Se on osa-alue, joka on tärkeä kemian opetuksen ja sen kehittämisen kannalta.

Tässä tutkimuksessa tavoitteena on ymmärtää nuorten käsityksiä kokeellisuudesta lukio-opetuksessa ja kemian tieteessä. Tutkimuksessa tarkastellaan lukion kemian opinnot jo suorittaneiden nuorten näkemyksiä koulukokeellisuuden tavoitteista lukion kemian tunneilla sekä koulukokeellisuuden ja tieteelliseen kokeellisuuteen eroista.

Tutkielma sisältää kuusi lukua. Seuraavissa luvuissa esitellään tutkimuksen teoreettinen viitekehys, tutkimuksen toteutus sekä saadut tutkimustulokset ja johtopäätökset. Luvussa 2 käsitellään kemian filosofiaa ja kemian tieteen luonnetta aikaisemman tutkimustiedon perusteella. Luvussa 3 käsitellään kemian kokeellisuutta opettajien ja opiskelijoiden näkökulmista tutkimustiedon perusteella sekä tarkastellaan opetussuunnitelman perusteiden tavoitteita ja siellä olevia tieteellisyyden sekä kokeellisuuden osa-alueita. Luvussa 4 kerrotaan tutkimusmenetelmästä ja tutkimuksen toteutuksesta tarkemmin. Luvussa 5 esitellään temahaastattelun ja sisältöanalyysin avulla saatuja tutkimustuloksia. Tutkimuksen johtopäätöksiä pohditaan sekä vertaillaan tutkimuksen teoreettiseen viitekehukseen luvussa 6 sekä samalla esitellään tutkimuksen myötä esiin nousseita jatkotutkimusaiheita. Liitteinä ovat temahaastattelun kysymysrunko ja haastattelut litteroituina sekä sisältöanalyysin välivaiheiden taulukoita.

2 KEMIA TIETEENÄ

Kemia on osa luonnontieteitä, mutta myös täysin oma tieteenalansa. Ympäristössämme kemiaa on havaittavissa joka puolella. Näin ollen jokainen tässä yhteiskunnassa elävä ihminen on ainakin jollakin asteella tekemisissä kemian ja tieteen kanssa päivittäin. Tämä on seikka, jota moni ei usein huomaa. Mitä sitten kemia, tiede tai kemian filosofia oikein tarkoittavat? Tässä kappaleessa käsitellään kokeellisuutta kemian tieteen ja filosofian näkökulmasta. Jotta opiskelijoiden käsityksiä lukion kemian kokeellisuudesta ja sen tavoitteista sekä tieteellisestä kokeellisuudesta voidaan ymmärtää ja pohtia, tulee asiaa tarkastella ensin tieteellisestä näkökulmasta aikaisempien tutkimusten pohjalta.

2.1 Tieteen peruskäsitteitä

Vastaus kysymykseen, mitä tiede on, ei ole lainkaan yksiselitteinen vaan pulmallinen. Tieteellä voidaan tarkoittaa esimerkiksi luontoa, ihmistä tai yhteiskuntaa koskevien tietojen systemaattista kokonaisuutta tai tarkoituksellista ja järjestelmällistä tietojen tavoittelua käsittäen tieteellisen tutkimuksen tulokset sekä tieteellisen tutkimusprosessin (Ketonen, 1976; Laudan, 1977; Niiniluoto, 2002). Niiniluodon (2002) mukaan nimenomaan tarkoituksellinen ja järjestelmällinen tietojen tavoittelu luonnehtii tiedettä hyvin, mutta ei anna suoraa vastausta kysymykseen, mitä tiede on. Tieteen koetaan olevan myös yksi merkittävä myötävaikuttava tekijä maailman kulttuurin ja rakenteen ymmärtämisen kehittämisessä (Matthews, 1994).

Yksi filosofian peruskysymyksistä on käsitys todellisuuden luonteesta (Kurki-Suonio & Kurki-Suonio, 1994; Del Re, 2000). Todellisuutta ja sen luonnetta voidaan lähestyä esimerkiksi kysymyksiin: Mitä on olemassa ja onko se olemassa? Nämä kysymykset kuvastavat muun muassa sitä, että joku ottaa todellisuudessa kantaa todellisuuteen (Kurki-Suonio & Kurki-Suonio, 1994; Del Re, 2000).

Luonnontieteiden luonnetta, filosofisia ja sisällöllisiä piirteitä, on tutkittu intensiivisesti viime vuosikymmenien ajan (Lederman, 1992). Luonnontieteet käsittävät hyvin monia teorioita, ilmiöitä, käytännön yhteiskuntaa koskevia tosiasioita ja säännönmukaisuuksia. Tieteellisen tutkimuksen avulla pyritään saavuttamaan useita asioita. Sen avulla pyritään esimerkiksi keräämään tietoa, jota voidaan käyttää ennustamaan erilaisia ilmiöitä ja näin ollen myös kontrolloida niitä. Tutkimuksen avulla pyritään myös muun muassa selittämään ja ymmärtämään paremmin koko yhteiskuntaa ja luontoa koskevia seikkoja ja säännönmukaisuuksia. Kaiken kaikkiaan perusajatuksena on saada vastaus ihmiskunnan uteliaisuuteen ja edes jonkinlainen vastaus kysymyksiin miksi, miten, milloin ja kuinka maailma oikein toimii. (Niiniluoto, 2002)

Kokonaisuudessaan luonnontieteellinen toiminta on inhimillistä toimintaa, jossa tekijöinä toimivat tiedemiehet. Jokaisella tieteenharjoittajalla on oma käsityksensä luonnontieteiden luonteesta, mikä sinällään jo vaikuttaa omalta osaltaan tieteelliseen toimintaan. (Saari, 2000)

Jo 1700-luvulta lähtien tieteen tutkijat ovat todenneet tieteen määrällisen kehityksen kasvaneen eksponentiaalisesti niin tutkijoiden, alojen, julkaisujen kuin resurssien osalta (Niiniluoto, 2002; Schummer, 2001). Tieteellisen tiedon tavoittelu on myös lisääntynyt kokonaisuutena saavuttaen samalla nykyisen yhteiskunnallisen roolin. Itse tiede on yhä suuremmissa määrin tullut tieteellisen tutkimuksen kohteeksi. Tieteentiede tai tosin sanoen tutkimuksen tutkimus on

nimitys, jota käytetään nykyään tieteeseen kohdistuvasta empiirisestä tutkimuksesta. Tieteentieteen alaan kuuluvat muun muassa tutkimustoiminnan organisaation ja talouden tutkiminen, tieteen sosiologia ja tieteen psykologia. Oma tutkimusluokkana pidetään tieteenhistoriaa, jossa nimenomaan painotetaan erityisesti esimerkiksi koko tutkimusjärjestelmän kehityksen tarkastelua ja tieteellisen metodiikan historiaa. Tieteenhistoria voidaankin linkittää hyvin läheisesti myös filosofianhistoriaan. Näiden kahden, tieteentieteen ja tieteen historian, ohella hyvin suuresti merkittävyyttään on kasvattanut myös metodologian ja tieteenfilosofian tutkiminen. Yhä enemmän pyritään myös hakemaan ratkaisuja niin kutsuttujen erityistieteiden, kuten esimerkiksi kemian, perusteita koskevien kriisien ratkaisuja tieteenfilosofian kautta, selvittäen asioiden perimmäisiä perusteita. (esim. Niiniluoto, 2002; Matthews, 1994)

Niiniluoto (2002) tuo esille erään tavan ryhmitellä metodologisia ja tieteenfilosofisia ongelmia. Hän ryhmittelee kyseiset ongelmat seuraavasti:

- Tutkimuksen yleistä luonnetta ja päämääriä käsittelevät tieteellisten ongelmien luonteet, tutkimusta ohjaavien ennakko-oletusten ja taustatekijöiden asema sekä tieteen tulosten luonteiden ja tiedon kasvu.
- Tieteellistä käsitteen- ja teorianmuodostusta koskevat ongelmat voivat käsitellä tutkimusta ohjaavien ennakko-oletusten ja taustatekijöiden asemaa, tieteellistä käsitteen muodostusta, tieteellistä teorian muodostusta sekä tieteellistä systematisointia, selittämistä ja ennustamista.
- Tieteelliseen päättelyyn liittyvät kysymykset käsittelevät joko hypoteesien ja teorioiden keksimistä sekä tieteellisen päättelyn perusteita.
- Erityistieteiden perusteisiin liittyvät kysymykset käsittelevät eri tieteenalojen peruskäsitteitä ja metodeihin liittyviä filosofisia ongelmia sekä tieteiden luokittelua ja tieteenalojen metodologisia eroja.

Tieteiden yhtenä lähtökohtana ja tuloksena koetaan olevan tieteelliset teoriat. Nykypäivänä, erityisesti kemiassa, tieteellisen tutkimuksen tulokset ovat muokkaantuneet ja kehittyneet abstraktimpaan suuntaan, jonka seurauksesta monia teorioita on vaikea suoranaisesti yhdistää arkipäivän elämään. Kyseiset teoriat mahdollistavat muun muassa ilmiöiden selittämisen ja ymmärtämisen sekä usein etenkin luonnontieteissä muodostuvat joukosta lakeja. Sanana *teoria* on koettu tarkoittavan todellisuudessa uudelleen katselemista tai tarkastelemista, josta se on kehittynyt ja yleistynyt tarkoittamaan tarkemmin teoretisointia ja ihmisjärjen suorittamaa henkistä ja sisäistä tarkastelemista. Teorialla tarkoitetaan nykyään usein nimenomaan yleisiä käsityksiä, jotka on saavutettu älyllisten tai rationaalisten toimintojen avulla. Teorialla voidaan kuvata myös merkitystä jostakin tutkimusalasta tai opista, esimerkiksi funktioteoriasta. Sinänsä filosofisesta näkökulmasta teoriat ja niiden rakenteet sekä koostumukset ovat hyvin monikäsitteisiä kokonaisuuksia. (Niiniluoto, 2002)

2.2 Tieteen tavoitteellisuus ja päämäärien tärkeys

Tieteen päämäärien ja tavoitteiden saavutuksessa käytettäviä keinoja kutsutaan tieteen metodeiksi. Käsitteenä tieteen päämäärät ja tavoitteet eivät ole lainkaan yksiselitteisiä. Niiniluodon (2002) mukaan yleispätevää määritelmää tieteen päämääräksi ei suoranaisesti edes ole. Tiede koostuu useasta eri osasta, myös tavoitteiden suhteen toisistaan poikkeavista tieteiden ja tutkimustapojen ja tutkimusintressien olemassaolosta, jolloin määritelmästä tulee hyvin monitahoinen. Tieteen yhtenä tavoitteena voidaan pitää esimerkiksi tarvetta reflektoida luontoa mahdollisimman tarkasti ihmisen asettamien näkemysten avulla (Ostrovsky, 2005). Tieteen tutkimusten tavoitteet riippuvat muun muassa

siitä, kuka tutkimusta tekee ja mistä näkökulmasta sitä tarkastellaan sekä kuka tästä kaikesta hyötyy kenties eniten. (Niiniluoto, 2002)

Tieteenharjoittajan näkökulmasta henkilökohtaiset päämäärät ja tavoitteet sekä motiivit saattavat vaikuttaa koko tieteen tavoitteisiin, mutta yleisesti ottaen näiden ei kuitenkaan katsota suuresti merkitsevän todellisten tieteen tavoitteiden rinnalla (Niiniluoto, 2002). Toisaalta usein saatetaan ajatella, että yksin tiedon hankkiminen on tutkimisen arvoista tieteenharjoittajan kannalta. Näin ei kuitenkaan yleisesti ottaen aina ole, vaan tieteenharjoittajalle tärkeistä motivointikeinoja tiedettä harjoitettaessa ovat myös tavoitteet ja tutkimuksen päämäärät. (Del Re, 2001)

Tiede on yhteiskunnallisesti institutionalisoitunutta sosiaalista toimintaa. Tieteen edistymisen kannalta on äärimmäisen tärkeää, että tutkijoiden yhteistyö ja yhteisöllisyys toimivat niin tutkimusprosessin kuin myös tulosten kohdalla tieteellisen keskustelun kautta. Kyseistä toimintaa kutsutaan yhteistoiminnalliseksi toiminnaksi. Yhteistoiminnallisuuden on katsottu auttavan koko tieteen kehittymistä. Tämä yhteistyö tuntuu nykypäivänä varsin tutulta toiminnalta, mutta näin ei kuitenkaan ole aina ollut. (Niiniluoto, 2002)

Koko yhteiskunnan päämäärät ja tavoitteet, yhteiskunnallinen funktio, vaikuttavat tieteen tavoitteiden määrittelylle. Tietyt yhteiskunnalliset tehtävät, joita asetetaan tieteen tekemiselle vaikuttavat tieteeseen, sen toteutukseen ja tuloksellisuuteen. Raha ja taloudellisuus ovat myös kaikessa toiminnassa jollain asteella mukana. Nämä kaikki seikat sinänsä saattavat joissain tapauksissa olla ristiriidassa. Tiede voi palvella yhteiskuntaa, mikäli löytyy edellytys uuden tieteellisen tiedon tuottamiseen, joka on yksi tieteen suurimmista tehtävistä. Tällaisissa tapauksissa saattaa myös syntyä vuorovaikutus tieteen tavoitteisiin. Kokonaisuudessaan tiede on kuitenkin suhteellisen eristetty systeemi. Itse tutkimusjärjestelmiin

ulkopuolisten tavoitteet saattavat vaikuttaa, mutta suoranaisesti tutkimuksen omiin tavoitteisiin ei suurimmin yleisesti vaikutusta pääse tapahtumaan. Tosin tutkimusyhteisön ja tutkijoiden välillisellä vuorovaikutuksella tämä on osittain joissain tapauksissa mahdollista. (esim. Niiniluoto, 2002; Altunata, 2001)

Kokonaisuudessaan tieteelle asetettavien odotusten ja tehtävien kehitystä on hyvin vaikea ohjailla. Tieteen tutkijat ovat etsineet erilaisia kehityslakeja, mutta kokonaiskuvaa on hyvin vaikea hahmottaa. (Niiniluoto, 2002)

2.3 Kemia ja filosofia

Kemiaa pidetään usein "itsestäänselvyytenä" tässä maailmassa. Samalla valitettavan usein oletetaan, että suurin osa kemian faktoista ja tiedosta on jo saavutettu historian kuluessa eikä uutta kemiaa suuremmin enää "löydetä". (Baird et al. 2002)

2.3.1 Kemian ainutlaatuisuus

Kemian filosofia on yksi filosofian nopeimmin kasvavista osa-alueista. Yhtenä syynä tähän on saattaa olla se, että kemian maailmassa on yksinkertaisesti hyvin suuri potentiaali. Tällä hetkellä kemian abstrakteja julkaistaan huomattavasti enemmän kuin muiden tieteen alojen. (Schummer, 2006; Tontini, 1999)

Kemia on luonteeltaan ainutlaatuista. Kemian ainutlaatuisuutensa vuoksi kemiaa on hyvä tarkastella filosofian näkökulmasta osittain erillään, mutta samalla sitä tulee tarkastella myös osana koko kokonaisuutta eli osana luonnontieteitä ja

filosofiaa (Van Brakel, 2006). Kemian ainutlaatuisen luonteisuuteensa vuoksi kemian luonne voidaan luokitella Schummerin (2006) mukaan kemian filosofian näkökulmasta yhdeksään osa-alueeseen:

i) Logiikka on eräänlainen rakenne, jonka avulla voidaan esittää ja reflektoida koko maailmaa. Tarkasteltaessa juuri kemian konseptissa erilaisia seikkoja, on havaittavissa, että kemia rakentuu pitkälti useista eri suhteista. Esimerkiksi kemialliset ominaisuudet saattavat olla eri aineilla täysin erilaisia riippuen olosuhteista tai aineiden välisistä suhteista. (Schummeri, 2006)

ii) Ontologia, oppi olevaisesta, on filosofian osa, josta puhutaan silloin, kun käsitteelliset rakenteet kehystävät koko maailmaa. Kemian äärimmäisen laajat aineiden luokittelusysteemit ovat ainutlaatuista kaikkien tieteiden joukossa. Ontologinen kemian tarkastelu on vasta alkutaipaleellaan, mutta kehittyy koko ajan. (Schummer, 2006)

iii) Metodologia, menetelmäoppi, analysoi kemian näkökulmasta muuan muassa tavoitteita, menettelytapoja ja tekniikoita sekä pyrkimyksiä. Metodologian avulla on mahdollista tavoittaa paremmat kemian teoreettiset konseptit, mikäli tähän tutkimukseen ja oppiin kiinnitetään tulevaisuudessa entistäkin enemmän huomiota. (Schummer, 2006)

iv) Kielen ja semioottisuuden filosofia kemian kohdalla on myös ainutlaatuista. Tarvitaan yhteinen kieli, jotta muun muassa kemian teoriat ja mallit voidaan saada kommunikoimaan keskenään (Eriksson). Kemisteillä on omanlainen kielensä rakennekaavoista, reaktiomekanisteista ja kokonaisuudessa koko semioottisuudestaan. Kaiken kaikkiaan kemia on täynnä monenlaisia merkkejä ja symboleja sekä omanlaisia nimikäsityksiä. Tällä hetkellä on kuitenkin vielä hyvin

vähän tietoa siitä, kuinka teoriaa todellisuudessa "koodataan" ja muokataan kieleen. (Schummer, 2006)

v) *Teknologian filosofia* on tärkeä osa-alue kemiassa. Pitkästi nimenomaan synteettinen kemia saattaa auttaa terävöittämään käsityksiä tieteestä ja teknologiasta. Teknologianhistorian tutkijat esimerkiksi pitävät tällä hetkellä kemianteollisuutta ainoana todellisena tiedeperusteisena teollisuutena. Mikäli tämä on näin, niin tällöin filosofeilla onkin hyvin suuri haaste tulevaisuudessa selvittää tietoteoreettiset suhteet kemian- ja teknologiantietouden välillä ilman niiden sekoittamista toisiinsa. (Schummer, 2006;)

vi) *Luonnonfilosofiassa* filosofeilta vaaditaan analysointia puolesta ja vastaan omalaatuisissa näkemyksissä laboratoriossa tehtävän kemian ja luonnon sekä luonnon kemian vastakkainasetteluista. Myös tämän asian osalta on paljon tehtävää tulevaisuudessa, jotta asiasta voidaan saada aikaiseksi edes jonkinlaiset perusteet normatiiviselle keskustelulle. (Schummer, 2006)

vii) *Kirjallisuuden filosofia* on myös hyvin tärkeä osa-alue. On olemassa paljon kiistaa ja puhetta siitä, että "kahden kulttuurin", niin kutsuttujen vanhojen ja modernien kemistien, välillä olisi olemassa jonkinlainen kuilu. Kirjallisuudessa Schummerin (2006) havaintojen mukaan kyseistä kahden kulttuurin välistä eroa on terävöitetty vuosien saatossa merkittävästi. (Schummer, 2006)

viii) *Etiikka* on tällä hetkellä hyvin tutkittu ja esille nostettu aihe tieteen maailmassa. Tästä huolimatta juuri kemian etiikan tarkastelu on jäänyt vähemmälle huomiolle tähän mennessä. Kemian näkökulmasta yhteiskunnan ja koko maapallon kannalta kemian etiikka kuitenkin on hyvin merkittävää. Suuret moraaliset kysymykset, kuten ympäristöasiat, lääketieteelliset asiat sekä muun muassa kemiallisten aseiden käyttö, ovat kaikki vahvasti kytköksissä kemiaan.

Moraalisen keskustelun ja tarkkailun nostaminen kemian näkökulmasta on varmasti tulevaisuudessa seikka, jonka eteen on hyvä tehdä töitä. (esim. Schummer, 2006; Schummer et al. 2006; Del Re, 2001)

ix) Estetiikka on hyvin tärkeä osa kemiaa. Kaikista tieteilijöistä juuri kemistit käyttävät hyvin paljon apunaan kaikenlaista visualisointia, esimerkiksi jo yksin piirtämistä. Estetiikan avulla tehtävä kemian analysointi saattaa auttaa tulevaisuudessa ymmärtämään ratkaiseviakin asioita kemian tutkimuksen luovuudesta ja innovaatioista sekä niin kutsutusta kemian kauneudesta. (Schummer, 2006; Schummer, 2001)

Kemia omana tieteenalanaan on yleisesti ottaen ollut osittain tuntematonta ja pelättyä yhteiskunnassa. Kemian julkisuuskuvan on koettu olevan osittain negatiivinen. Viime vuosina kemian julkisuuskuvaan ja sen parantamiseen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota. On muun muassa tuotu esille käsite "vihreä kemia", jolla on pyritty kuvaamaan ja korostamaan kemiaa positiivisemmasta näkökulmasta. (Schummer et al., 2006)

2.3.2 Kemian mallintaminen

Yksi kemian ainutlaatuisuuden peruste on sen mallintamisen ongelmallisuudet. Vain muutamia makrotason havaintoja pystytään ymmärtämään suoraan ilman mikrotason esityksiä ja havainnollistavia malleja. Aineiden käyttäytymistä ja kemian teorioita pyritään kuvaamaan mallien avulla. Mallintaminen on tapa esittää ideoita, objekteja, prosesseja, toimintatapoja tai systeemejä. (Oversby, 2000) Kemian maailmasta havaitsemalla tai kokeellisuuden avulla tulee kerätä tietoa. Kyseisiä tietoja ja niiden vastaavuuksia voidaan vertailla mallien ja todellisen maailman kanssa. Mallien rakentaminen on luovaa toimintaa ja ne eivät synny

suoraan havainnoista. Malleja voidaan muodostaa ja kuvata monin eri symbolisin keinoin. (Giere et al. 2006)

Kemian kieli on omanlainen työkalu, jota kemistit käyttävät keskustelussaan ja kommunikoidessaan keskenään (Justi & Gilbert, 2000). Kemian maailma voidaan nähdä koostuvan kolmesta eri tasosta: makro- ja mikrotasosta sekä symbolisesta tasosta. Makrotasolla tarkoitetaan käsitystä siitä, mitä näkyvää voimme suoranaisesti havainnoida ja nähdä. Mikrotaso käsittää partikkelitasolla, näkymättömän tason kemian maailmasta, asiat joita emme voi suoranaisesti nähdä. Symbolisella tasolla tarkoitetaan kemiallisten kaavojen ja termien käyttöä yhtälöissä ja kemian esittämisessä. Kemian ymmärryksen haasteena on saada linkitettyä käsitteet ja tapahtumat näiden kolmen eri tason avulla yhteneväisiksi ja ymmärrettäviksi kokonaisuuksiksi. Muun muassa kokeellisuuden avulla pyritään auttamaan kyseisten asioiden linkittymisen konkretisoinnissa. Kemian kohdalla tämä ei kuitenkaan ole helppoa. Mallintamisen avulla, kuitenkin pystytään havainnollistamaan monia asioita. Kaikkia kemian tarkastelutasoja tarvitaan, jotta kemiaa voidaan ymmärtää paremmin. (Robinson, 2003; Tontini, 2004)

2.4 Tieteenfilosofia ja kokeellisuus

Viime vuosien aikana tieteenfilosofia on kehittynyt huomattavasti (Elkana, 1970). Myös kemianfilosofian tutkiminen on lisääntynyt. Tätä kaikkea filosofian "uutta" tietoutta ei kuitenkaan ole vielä kovinkaan paljoa osattu soveltaa moderneihin kemian opetuksen teorioihin. (Elkana, 2000)

Niin kutsuttu löytämis- ja tutkimusajattelumalli on tällä hetkellä yksi osa-alue, josta nimenomaan kemianfilosofian tutkijat ovat kiinnostuneet kemian

kokeellisuuden luonteen vuoksi. Kemian filosofian kannalta viimeaikaisia suurimpia kiinnostuksen kohteita ovat olleet kokeelliset ja kognitiiviset menetelmät. Kokeellisina metodeina voidaan pitää esimerkiksi kokeellisia töitä ja kokeellisuutta, työtapoja ja kemian synteesejä. Kognitiivisina metodeina voidaan pitää kemian kuvauksellista kieltä ja mallintamisen rakentamista sekä esittämistä. (Schummer, 2006)

Kokeellisuuden koetaan olevan tärkeä osa luonnontieteitä oman tieteellisen näkökulmansa vuoksi, mutta myös kokeellisia töitä tekevien henkilöiden ajattelumallien ja ymmärryksen kehittymisen kannalta. Kokeellisuudella on ollut historiallisesti hyvin suuri merkitys tieteen kehittymisen kannalta. Kautta aikojen on myös tarkasteltu kokeellisuutta filosofian näkökulmasta esimerkiksi eettisten keskusteluiden ja väittelyiden kautta. Onkin erittäin tärkeää, että tiedettä tarkastellaan myös filosofian näkökulmasta ja siitä esimerkiksi keskustellaan yhteiskunnassa julkisesti. Kokeellisuuden ja filosofian avulla pystytään myös tarkastelemaan ja pohtimaan ainakin osittain eri näkökulmista muun muassa maailmanlaajuisia, koko yhteiskunnallemme tärkeitä asioita ja kysymyksiä. (Matthews, 1994)

3 KOKEELLISUUS LUKIO-OPETUKSESSA

Mitä kokeellisuus ja tieteellisyys tarkoittavat koulumaailman näkökulmasta? Kuinka kemiaa oikein voi oppia? Entä minkälaisia käsityksiä opiskelijoilla ja opettajilla on juuri kemiasta ja sen kokeellisuudesta? Tässä kappaleessa käsitellään kokeellisuutta koulutuksen ja erityisesti lukio-opintojen näkökulmasta.

3.1 Tavoitteet kemian opetuksessa

Kemian opetuksella lukiossa on moninaisia tavoitteita. Lukio toimii yleissivistävänä koulutuksena ja näin ollen kemian koetaan olevan myös osa yleissivistystä.

Tarkemmin lukiossa tapahtuvan opetuksen tavoitteet määritellään Suomessa valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden avulla. Kyseistä opetussuunnitelmaa tulee jokaisen oppilaitoksen ja opettajan noudattaa. Siellä määritellyt asiat toimivat siis minimivaatimuksina opetukselle.

Kemian opetuksen niin kutsuttuina päätavoitteina voidaan pitää opiskelijoiden sitouttamista kemian tieteelliseen ymmärrykseen eli kemian luonteeseen sekä siihen tietoisuuteen, kuinka kemiaa voidaan kokeellisuuden avulla "tehdä" (Aksela, 2005). Tietous kemian luonteesta ja siitä, kuinka tämä sinänsä kasvaa ja tapahtuu sekä selitetään, ovat myös kemian opetuksen keskiössä (Erduran & Scerri, 2002).

3.1.1 Yleiset tavoitteet luonnontieteiden ja kemian opetukselle

Tiedeopetus on noussut esille tärkeäksi aiheeksi nyky-yhteiskunnassamme. Itse asiassa osittain tällä hetkellä tieteen opetukseen vaikuttaa suuresti yhteiskuntamme tapahtumat ja painotusalueet. Yhteiskuntamme tilanteet ja tapahtumat ovat vaikuttaneet tiedeopetuksemme tavoitteisiin. (Bybee & DeBoer, 1994)

Kaikessa opetuksessa, niin myös tieteiden ja kemiankin, on äärimmäisen tärkeää tavoitteellisuus. Eräs tapa ajatella tavoitteellisuutta tieteiden opetuksessa on keskittyä siihen, kuinka ja mitä opitaan. Nämä tavoitteet voidaan jakaa Bybeen ja DeBoerin mukaan kolmeen kategoriaan: 1) vaadittu tieteellinen tietous, 2) tieteen prosessien tai metodologian oppiminen ja 3) tieteen sovellusten ymmärtäminen. Toisaalta toinen tapa luokitella tieteiden opetuksen kannalta on luokitella tavoitteet tieteen opettamisen ja sinänsä opetuksen näkökulmasta. Tällöin tavoitteet voidaan myös ryhmitellä kolmeen kategoriaan: 1) henkilökohtainen ja sosiaalinen kehittyminen, 2) tieteellisten faktojen ja periaatteiden tietous sekä 3) tieteelliset menetelmät ja taidot sekä niiden sovellukset. (Bybee & DeBoer, 1994)

Toisaalta taas itse oppimisen suunnittelun osittasella siirtämisellä oppilaiden vastuuksi on havaittu joissain tutkimuksissa olevan positiivista vaikutusta oppimiseen. Tällöin opettaja voi ohjata koko tilannetta, mutta antaa samalla oppilaalle mahdollisuuden toteuttaa itseään oppimansa perusteella. Esimerkiksi avoimet kokeelliset työt saattavat hyvin soveltua tähän näkökulmaan. Kaiken kaikkiaan kuitenkin on tärkeää, että myös oppilas tietää ja tiedostaa ainakin osittain opetuksen tavoitteet ja kokee voivansa ainakin jossakin määrin vaikuttaa niihin. (Fairbrother, 2000)

3.1.2 Kokeellisuus kemian opetussuunnitelman perusteissa

Lukion kemian opetussuunnitelman perusteiden mukaan (Opetushallitus, 2003):

Kemian opetukselle on luonteenomaista kemiallisten ilmiöiden ja aineiden ominaisuuksien havaitseminen ja tutkiminen kokeellisesti, ilmiöiden tulkitseminen ja selittäminen mallien ja rakenteiden avulla, ilmiöiden kuvaaminen kemian merkkikielellä sekä ilmiöiden mallintaminen ja matemaattinen käsittely. Monipuolisin työtavoin ja arviointimenetelmin opiskelijoita ohjataan kemian tietojen ja taitojen sekä persoonallisuuden kaikkien osa-alueiden kehittämiseen. Kemian opetuksen toteutuksessa otetaan huomioon opiskelijoiden opiskeluvalmiudet ja luodaan myönteinen kuva kemiaa sekä sen opiskelua kohtaan.

Kyseisistä perusteista onkin siis havaittavissa monia seikkoja, joita myös kemian filosofian näkökulmasta koetaan tyypillisiksi kemiassa ja varsin hyödyllisiksi kemian oppimisen ja ymmärtämisen kannalta (Vesterinen et al, 2007). Myös kemian kokeellisuuden merkitys on esillä jo lukion opetussuunnitelman perusteiden kemian yleisessä tavoiteosiossa.

Kemian opetuksen koko lukio-opetuksen osalta tavoitteena on kokeellisuuden osalta lukion opetussuunnitelman perusteissa lueteltuna (Opetushallitus, 2003), että opiskelija:

- *osaa kokeellisen työskentelyn ja muun aktiivisen tiedonhankinnan avulla etsiä ja käsitellä tietoa elämän ja ympäristön kannalta tärkeistä kemiallisista ilmiöistä ja aineiden ominaisuuksista sekä arvioida tiedon luotettavuutta ja merkitystä*

- osaa tehdä ilmiöitä koskevia kokeita ja oppii suunnittelemaan niitä sekä osaa ottaa huomioon työturvallisuusnäkökohdat
- osaa tulkita ja arvioida kokeellisesti tai muutoin hankkimaansa tietoa ja keskustella siitä sekä esittää sitä muille
- perehtyy tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksiin tiedonhankinnan ja mallintamisen välineinä
- saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta kemiaa ja sen opiskelua kohtaan.

Opetussuunnitelman perusteissa lukion kemian osalta kurssit ja niiden tavoitteet ovat myös erikseen määritelty (ks. taulukko 2.1). Lukion opetussuunnitelman perusteissa kokeellisuus on nostettu esiin jokaisen kurssin tavoitteessa. Lukio-opintoihin kuuluu jokaiselle opiskelijalle yksi yhteinen kemian kurssi. Muut kemian kurssit ovat valinnaisia lukio-opinnoissa. (Opetushallitus, 2003)

Taulukko 2.1. Kokeellisuuden tavoitteet lukion opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2003).

Kemian kurssi	Kurssin tavoitteena on, että opiskelija...
KE1: Ihmisen ja elinympäristön kemia (kaikille yhteinen kurssi)	<ul style="list-style-type: none"> • oppii kokeellisen työskentelyn, kriittisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitoja. • osaa tutkia kokeellisesti orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia ja reaktioita, tuntee erotus- ja tunnistamismenetelmiä sekä osaa valmistaa liuoksia.
KE2: Kemian mikromaailma (valinnainen kurssi)	<ul style="list-style-type: none"> • osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen aineiden rakenteeseen, ominaisuuksiin ja reaktioihin liittyviä ilmiöitä.

KE3: Reaktiot ja energia (<i>valinnainen kurssi</i>)	<ul style="list-style-type: none"> osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen reaktioihin, reaktionopeuteen ja -mekanismeihin liittyviä ilmiöitä.
KE4: Metallit ja materiaalit (<i>valinnainen kurssi</i>)	<ul style="list-style-type: none"> osaa tutkia kokeellisesti ja malleja käyttäen metalleihin ja sähkökemian liittyviä ilmiöitä.
KE5: Reaktiot ja tasapaino (<i>valinnainen kurssi</i>)	<ul style="list-style-type: none"> osaa tutkia kokeellisesti ja malleja käyttäen kemialliseen tasapainoon liittyviä ilmiöitä.

Lukion opetussuunnitelman perusteissa jokaisella kurssilla on painotettu kokeellisuutta ja tutkimista. Kyseiset tavoitteet ovat varsin suuria käsitteitä ja antavat näin ollen mahdollisuuden hyvin moninaiisiin toteutustapoihin konkreettisesti opetuksessa.

3.2 Kokeellisuus opetuksessa

Monissa maissa käytetään yhä enemmän resursseja tiedeopetukseen, jotta luonnontieteiden tunneilla olisi mahdollista toteuttaa kokeellisuutta (Watson, 2000). Entä kannattaako juuri kokeellisuuteen panostaa? Onko investointi kaiken vaivan arvoista? Jo yksin kemian luonne ja kokeellisuuden suuri osuus koko tieteestä on eräs syy, miksi myös kouluissa tulisi käyttää kokeellisia työtapoja opetuksessa. Kokeellisuudella on kuitenkin myös muita perusteluita. Kirjallisuudessa on pohdittu ja tarkasteltu myös sitä, miksi oikein kokeellisuutta tulisi koulussa tehdä. (vrt. Gabel, 1994; Näsäkkälä et al., 2001; Johnstone, 1991)

3.2.1 Yleistä kokeellisuudesta

Kokeellista työskentelyä pidetään luonnontieteiden opetukselle tyypillisenä. Määriteltäessä kokeellisuutta huomataan, ettei se ole täysin yksiselitteinen. Kemian kokeellisuuden käsitteellä voidaan tarkoittaa laboratoriotyöskentelyn ja demonstraatioiden lisäksi muun muassa itsenäistä- ja ryhmätyöskentelyä, opintokäyntejä sekä audiovisuaalisten apuvälineiden ja kerronnan avulla tapahtuvaa oppimista. (esim. Lavonen, Meisalo & al.; Saarinen, 1998)

Kemian opetuksessa työtavat ovat tärkeässä asemassa. Työtapojen ollessa monipuolisia, ne tukevat opiskelijoiden oppimista (Aksela & Juvonen, 1999; Näsäkkälä et al. 2001). Tutkimusten mukaan opiskelija oppii parhaiten tekemällä itse esimerkiksi kokeellisuutta. Itse työtapana niin kutsuttu tutkiva oppiminen on koettu myös kehittävän korkeamman tason ajattelua (Aksela, 2005; Csikós & Aksela, 2007). Itse tutkimalla opiskelijan on myös mahdollista saada omakohtaisia kokemuksia tutkimusmenetelmiin tutustumisesta (Näsäkkälä et al., 2001).

Perinteisessä kemian opetuksessa empiristinen filosofia on ollut pääasiallinen lähestymistapa (Duschl, 1994). Kyseisessä lähestymistavassa opettaja kertoo aluksi opiskelijoille asiaan liittyvän teorian. Opettajan antaman teorian pohjalta oppilaat suorittavat teoriaan liittyviä kokeellisia töitä opettajan antamien tarkkojen työohjeiden perusteella. Kyseinen työohjeiden tarkka noudattaminen kokeellista työskentelyä tehdessä tunnetaan myös nimellä "keittokirjamainen työskentely". Tällainen työskentelymenetelmä antaa luonnonilmiöistä ja niiden tutkimisesta usein liian yksinkertaisen kuvan. Samalla tutkittavan ilmiön luonne ja siihen liittyvät käsitteet saattavat jäädä irrallisiksi ja oppimisesta tulee helposti mekaanista. (Green et al., 2004)

Opetusmenetelmiä on pyritty kehittämään kiinnittämällä tarkemmin huomiota oppimisprosessiin. Nykykäsityksen mukaan opetettaessa esimerkiksi kemiaa kokeellisuuden avulla, opettaja on lähinnä opastamassa opiskelijoita. Kokeellista työtä tehdessä ihannetapauksessa opiskelija pääsee havainnoimaan ja pohtimaan itse tapahtumia ja arvioimaan koko tilannetta sekä oppimaan tämän kautta. Samoin kaikki kokeellisuus, jota koululuokassa pyritään toteuttamaan, havainnollistaa visuaalisesti kemian teoriaa. Pyrkimyksenä on, että kukin oppija pystyy itse oivaltamaan ja oppimaan kokeellisuuden avulla. Kokeellisessa työskentelyssä on olennaista se, että kyseessä on jäsenelty kokonaisuus, jonka opiskelija pystyy hahmottamaan ja oppimaan tämän kautta (Lavonen).

Kokeellisuudella uskotaan olevan vaikutusta muun muassa käsitteiden omaksumisen, oppimaan oppimiseen ja luovuuden kehittymiseen sekä erilaisten työskentelytaitojen kehittämiseen (Lavonen & Meisalo). Kokeellisuuden avulla uskotaan myös, että oppija pystyy muodostamaan jonkin asteisen sillan todellisuuden, havainnoitavien objektien ja abstraktien ideoiden sekä käsitteiden välille (Millar et al., 1999). Kokeellisuuden koetaan myös kehittävän oppijan ymmärtämistä käsitteiden ja menettelytapojen osalta sekä myös antaen tieteen tekemisen mahdollisuuden samalla kehittäen oppijan kykyjä tieteelliseen tutkimukseen (Hodson, 1996).

Tiedemiehet ovat tutkineet kemiaa muun muassa kokeellisten työtapojen avulla. Kokeellinen työskentelytapa mekanismina on kemiassa yleisesti tunnustettu ja tunnettu. Tässä mekanismissa tehdään hypoteesi, tutkitaan ilmiötä suorittamalla kokeita, kirjataan havainnot ja tulokset, katsotaan toteutuiko hypoteesi ja lopputuloksissa tarkastellaan saatuja tuloksia, jonka jälkeen tilanteen mukaan joko alussa tehty hypoteesi joko hyväksytään tai hylätään. (Duschl, 1994)

3.2.2 Opettajien käsityksiä kokeellisuudesta koulussa

Kemian opetus tänään – tutkimus (Aksela & Juvonen, 1999) kartoitti muun muassa opettajien käsityksiä ja tavoitteita kemian kokeellisuudelle. Tutkimuksen mukaan jopa 40 prosenttia vastanneista opettajista teettää kokeellisia oppilastöitä motivoinnin vuoksi. Seuraavaksi yleisimpiä vastauksia olivat: se kuuluu olennaisena osana kemian opetukseen (10 %), taitojen oppimisen vuoksi (6 %) ja vaihtelun vuoksi (3 %). Kyselyyn vastanneista opettajista osa toimi peruskoulussa opettajana ja osa lukiossa, mikä sinänsä myös saattaa vaikuttaa tuloksiin. Samaisessa Akselan ja Juvosen tutkimuksessa (1999) pyydettiin myös opettajien perusteluita syiksi, miksi kokeellisuutta ei käytetty kouluopetuksessa. Syinä ilmenivät muun muassa aikapula, isot ryhmät, laboratorioluokan ja välineiden sekä kemikaalien puuttuminen. Vastaavaa tutkimusta lukioikäisille nuorille ei ole, ainakaan toistaiseksi, teetetty Suomessa.

Opettajille tehdyn tutkimuksen mukaan (Aksela & Juvonen, 1999) lukiossa kemian kokeellisuuden koetaan vievän suhteellisen paljon aikaa vähäisistä kemian tunneista. Osa opettajista kokee myös, että kokeelliset oppilastyöt eivät sinänsä edes kuulu suoranaisesti perusopetukseen vaan ne tulee siirtää erillisille työkursseille. Tämä sinänsä on kuitenkin ristiriidassa muun muassa lukion opetussuunnitelmien perusteiden kanssa (vrt. luku kemian tavoitteista ja kemian opetussuunnitelman perusteista, luku 3.1)

Kemia tänään -tutkimuksen mukaan opettajat toivat esille, että oppilaiden kielteiset asenteet ja heterogeenisuus koetaan valtakunnallisena ongelmana (13 % vastauksista). Ryhmän heterogeenisuus asenteiden ja tietotaitojen suhteen koettiin pulmalliseksi opettajan kannalta. Yhtenä ongelmakohtana vastanneet opettajat kokivat myös, ettei oppilaita yksinkertaisesti kiinnosta nykyinen kovin teoreettinen kemia (Aksela & Juvonen, 1999). Pienellä lisäpanostuksella

opetuksesta voidaan muun muassa kemianfilosofian avulla löytää yhteinen polku, jota pitkin myös eritasoiset oppilaat pystyvät hahmottamaan halutut asiat ja teoriat. Esimerkiksi kokeellisuuden ja sen kautta itse oivaltamisen mahdollisuus auttavat kyseisessä haasteessa. Tällöin heikompien opiskelijoiden kohdalla opettaja voi auttaa heitä muita enemmän esimerkiksi argumenttien ja väitteiden avulla. (Elkana, 2000)

3.2.3 Opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta koulussa

Opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta koulussa on tutkittu vielä vähän Suomessa. Eräitä tutkimuksia kokeellisuuden käsityksistä on kuitenkin tehty, mutta nämä tutkimukset on suunnattu pääosin lukio-opetuksen sijaan peruskouluopetukseen.

Elsi Torn on tutkinut väitöskirjassaan peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten lahjakkaiden oppilaiden käsityksiä kemian opetusjärjestelyistä. Tutkimuksessa kävi ilmi, että kyseisen kohderyhmän oppilaita kemia ei kiinnostanut. Tornin havaintojen perusteella kohderyhmä voitiin jakaa neljään kategoriaan: *i) Asiasta innostuneisiin*, tekemisestä innostuneisiin, oleilijoihin ja numeron tavoittelijoihin. Innostuneita oppilaita oli noin puolet ryhmästä. Oppilaat, jotka olivat kiinnostuneita itse asiasta, halusivat oikeasti ymmärtää opettajan opettamat asiat ja olivat valmiita hankkimaan lisätietoutta ymmärtääkseen asiat paremmin. *ii) Tekemisestä innostuneet* kokivat esimerkiksi laboratoriotyöt apuna tiedon oppimisessa ja asioiden ymmärtämisessä paremmin. *iii) Oleilijat* taas tarvitsevat todella paljon erilaisia virikkeitä, jotta jaksavat seurata vaikka vain vierestä tapahtumia. *iv) Numeron tavoittelijat* taas puolestaan haluavat oppia mahdollisimman hyvin tiedonhankinnan ja –oppimisen välineet, jotta menestyvät

mahdollisimman hyvin, jolloin niinkään asian ymmärtäminen itse tieteen vuoksi ei todellakaan ole päämääränä. (Torn)

Tutkimuksen mukaan oppilaat tuntevat pitävän itsenäisestä ja ryhmässä työskentelystä, ainakin peruskoulussa. Opiskelijat toivovat myös kemian tunneille lisää opettajajohtoista keskustelua. Tosin opiskelijat halusivat myös muita työtapoja opetukseen enemmän ja monipuolisemmin. Oppilaat toivoivat enemmän monipuolisia työtapoja, kuten internetin, sanomalehtien ja tietosanakirjojen hyväksikäyttöä ja vähemmän kirjasta opiskelua. Oppilaan kiinnostus vaikuttaa tutkimuksen mukaan merkittävästi asioiden oppimiseen ja opiskeluunkin. Myös kaikki, mikä on rinnastettavissa oppilaiden arkielämään, näyttäisi herättävän mielenkiintoa ja näin ollen asenne itse oppimiseen on lähtökohdistaan täysin eritasolla kuin asioiden kohdalla, jotka vaikuttavat kovin etäisiltä arkipäivän elämästä. (Lavonen et al.)

3.3 Kemian oppiminen

Kemia on luonteeltaan ainutlaatuista. On myös äärimmäisen tärkeää ymmärtää kemian opettamisen ja oppimisen ainutlaatuisuus. Tässä luvussa käsitellään asioita, jotka ovat keskeisiä myös kokeellisuuden kautta kemian oppimisessa.

Oppimiskäsityksiin kemiassa vaikuttaa monet seikat. Opettajan näkökulmasta esimerkiksi opettajan omat kokemukset ja käsitykset kemiasta ja sen opetuksesta vaikuttavat opetukseen. Yhteiskunnan normit ja odotukset vaikuttavat myös oppimiskäsityksiin ja erityisesti esimerkiksi kokeellisen opetuksen kannalta näillä saattaa olla suuri merkitys. Tutkimuksen mukaan (Aksela & Juvonen, 1999) opettajilta kysyttäessä kokeellinen työskentely on tärkeää kemian opetuksessa

nimenomaan oppilaskeskeisyytensä vuoksi. Toisaalta myös oikealla laboratoriolla ja näin ollen aidolla oppimisympäristöllä koetaan olevan vaikutusta oppimiseen. Oikeat laboratorio-olosuhteet kuvastavat mallia tieteellisen kokeellisuuden ympäristöstä. (Aksela & Juvonen, 1999)

3.3.1 Ajattelun eri tasot

Niin kutsuttu korkean tason oppimisen on koettu olevan yksi vaikeasti tavoitettavista kemian tieteen tavoitteista kouluopetuksessa (Tobin & Garnet, 1988).

Merkityksellinen oppiminen, kemian syvälinen ymmärtäminen, edellyttää oppijaltaan korkeamman tason ajattelun taitoja (Aksela, 2005). Andersonin & Krathwohlin (2001) luokittelutavassa on neljä korkeamman tason ajattelutaitoa: sovellus, analysointi, arviointi ja luominen. Nämä korkeamman tason ajattelutaidot on tärkeä huomioida myös suunniteltaessa kokeellisuutta lukio-opetuksessa. Muistaminen ja ymmärtäminen määritellään alemman tason ajattelun taidoiksi. Nämä kaksi luokkaa, korkeamman ja alemman tason ajattelun taidot, voidaan erottaa toisistaan kolmen asian osalta. 1) Vain ihmisellä voi esiintyä korkeamman tason ajattelun taitoja, kun taas myös eläimillä voi esiintyä alempia taitoja. 2) Alemman tason ajattelu ei vaadi niin suuria ponnisteluita kuin korkeamman tason ajattelu ajattelijaltaan. 3) Korkeamman tason ajattelun käyttäminen edellyttää ajattelijalta alemman tason ajattelun taitojen omaksumista sekä käyttämistä. (Andersonin & Krathwohlin, 2001)

3.3.2 Konstruktivismi

Tieto on dynaamista eikä sitä voi sellaisenaan välittää oppijalle, mikäli opetusta tarkastellaan konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan. Tällä hetkellä Suomen opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat pitkälti juuri sosio-konstruktiiiviselle oppimiskäsitykselle. (Opetushallitus, 2003) Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen vaatii oppijalta aktiivista osallistumista oppimistapahtumaan (Shiland, 1999). Kokeellisia töitä tehtäessä oppija on nimenomaan itse aktiivisesti osallistumassa opetukseen. Oppija on tällöin niin kutsuttu aktiivinen tiedon konstruoija, joka muodostaa oman tiedonrakenteensa kyseisessä oppimisprosessissa. Opettajan antama ohjaus sekä muiden opiskelijoiden kanssa opiskelu edistävät käsityksen mukaan oppimista. Oppija liittyy uuden tiedon olemassa olevaan tietorakenteeseen eli tulkitsee uuden informaation omalla tavallaan luoden uuden tietonsa aikaisempien tietojen ja kokemusten perusteella. Kokeellisuus toteuttaa kyseisiä ehtoja, joita oppiminen vaatii konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan. (Salovaara, 1997)

3.3.3 Tekemällä oppii

Opettaminen voidaan nähdä toimintana, joka pyrkii edistämään tietämään tulemistä. Tällöin oppilaan itsenäistä arviointikykyä on opetustilanteissa kunnioitettava. Kyseinen määritelmä mahdollistaa erotuksen opettamisen propagandasta, ehdollistamisesta, suggestiosta ja indoktrinaatiosta, jotka kukin pyrkivät muokkaamaan yksilöä, kuitenkin niin, että samalla estävät oppilasta käyttämästä itsenäistä arviointikykyään. (Puolimatka, 1995)

Kemian filosofian näkökulmasta on kirjallisuudessa nostettu esiin, kuinka kemiaa oppii parhaiten. Osa tutkijoista näkee, että paras tapa on opiskella kemian ja tieteen luonteen kautta (nature of science). Toiset puolestaan kokevat, että paras tapa on opiskella suoraan itse tiedettä. (Scerri, 2006)

Tutkimusten mukaan kemian filosofian näkökulmasta on myös äärimmäisen hedelmällistä opiskelijan kannalta opiskella esimerkiksi kemiaa kokeellisuuden avulla, itse oivaltamalla ja löytämällä, kuin pelkkien demonstraatioiden avulla kertoen suoraan opiskelijalle koko totuus (Elkana, 2000). Kokeellisten töiden laadulla ja muodolla on myös merkitystä. Töiden tulee olla sellaisia, jotka palvelevat nimenomaan niin, että opiskelija kykenee itse oivaltamaan ja löytämään tarvittavat ja halutut yhtäläisyydet sekä teoriat ja lait. On myös tärkeää, että opiskelija on suunnitellussa ja avuliaassa oppimisympäristössä. Opettajan rooli on esimerkiksi tärkeä oikean polun näyttäjänä ja ennalta suunnittelijana. (Elkana, 2000)

Suomessa kemian oppimista on tutkittu erityisen vähän opettajien ja oppilaiden käsitysten näkökulmasta. On kuitenkin tutkittu, että kemiaa oppii parhaiten tekemällä valtaosan (95 %) kemian opettajien mielestä (Aksela & Juvonen, 1999).

Kokeellisuuden katsotaan olevan tärkeä osa kemian oppimista. Korkeamman tason ajattelutaitojen kehittäminen ja syvällisemmän ymmärryksen omaaminen voivat toteutua opetuksessa mikäli opiskelijat saavat mielekkäitä haasteita kokeellisuuden kautta. (Csikós & Aksela, 2007)

Popperin teorian mukaan opiskelijoita tulisi rohkaista myös kriittisyyteen kemiaa opiskeltaessa muun muassa kokeellisuuden kautta. Opiskelijoita rohkaistaan harvemmin kyseenalaistamaan ja kumoamaan kemian teorioita ja väittämiä, joita opetuksessa käydään läpi. Tämä kehittäisi opiskelijoiden tieteellistä ajattelukykyä.

Usein kokeelliset työt ovat varsin tiukasti rajattuja ja valmiiksi mietittyinä sekä samalla opettajan tieteellisten näkökantapainotusten kautta rajattuja. Itse tekemällä ja oivaltamalla kokeellisuuden kautta tällainen ajattelukulttuuri olisi mahdollista, jos siihen kiinnitettäisi tarkoin huomiota. (Monk & Dillon, 2000; Matthews, 1994)

3.3.4 Kemian kieli ja oppiminen

Tieteen kieli koetaan usein hankalaksi sillä se eroaa osittain arkipäivän kielestä. Tieteen kieli ja terminologia saattaa usein hankaloittaa tieteiden opiskelua erityisesti opintoja aloitettaessa. Juuri kemian kohdalla kyseinen ongelma on hyvin merkittävä, nimenomaan kemian ominaislaatuisuuden vuoksi. Kemian terminologia on seikka, jonka harjaannuttamiseen on syytä kiinnittää huomiota kouluopetuksessa. Jo yksin kemian kielen puhuminen opettajan ja oppilaan välillä sekä oppilaiden kesken auttaa kokonaisuudessaan kemian oppimisprosessia. Puhumalla esimerkiksi kokeellisuuden yhteydessä kemian kielellä, opiskelijat tutustuvat ja tottuvat siihen. Usein koetaan, että tiede ja kemian opetus eivät ole täysin yksiselitteisiä. Esimerkiksi tieteen filosofiasta saattaisi hyvin mahdollisesti löytyä joitain ratkaisuja siihen, kuinka tiedettä oikeastaan tulisi opettaa. Voisi myös ajatella niin, että tieteen opetuksen tutkiminen ja siihen panostaminen ovat omalla tavallaan sijoitus tulevaisuuteen. Vain tutkimalla voimme oppia ymmärtämään, kuinka asioita kannattaa opettaa oikeassa hyötysuhteessa opettajaan ja oppilaaseen nähden. Tosiasia on, että oppilaat tarvitsevat apua siinä, kuinka he oppivat oppimaan, ainakin jossain määrin. (Osborne & Monk, 2000)

3.3.5 Motivaatioteorioita

Motivaatioksi kutsutaan tarvetta tai halua, joka aktivoi ihmisen käyttäytymistä ja antaa sille suunnan (Yli-Luoma, 2003). Motivaatio voidaan jakaa sisäiseksi ja ulkoiseksi motivaatioksi (Ruohotie, 1998). Sisäisesti motivoitunut henkilö tuntee tehtävän kiinnostavaksi ja nautinnolliseksi vain tehtävän itsensä vuoksi. Esimerkiksi oppilas voi tehdä kemian kokeellista työtä vain uteliaisuuttaan ja oman mielenkiintonsa vuoksi. Sisäisestä motivaatiosta useimmiten seuraa korkeatasoista oppimista. Ulkoisesti motivoitunut henkilö haluaa tehdä tehtävän, koska sen suorituksella ja lopputuloksella on merkitystä. Esimerkiksi oppilas voi tehdä kemian kokeellista työtä esimerkiksi vain saadakseen opettajan hyväksynnän. Ulkoinen motivaatio voidaan edelleen jakaa kahteen alaluokkaan. Henkilö voi suorittaa tehtävää vastahakoisesti tai halukkaasti sen mukaan, miten hän todellisuudessa ymmärtää tehtävän arvon (Ryan & Deci, 2000). Sisäinen ja ulkoinen motivaatio esiintyvät yhtäaikaaisesti, mutta yleensä toinen niistä on hallitseva. Näin ollen ne eivät siis ole toisensa poissulkevia. (Peltonen & Ruohotie, 1992)

Bennetin (2003) tutkimuksen mukaan suurin osa oppilaista pitää kokeellisista töistä kemian oppitunneilla. Ei kuitenkaan ole täysin selvää mistä seikoista he nauttivat nimenomaan kokeellisia töitä tehdessään. On varsin vähän tutkimusaineistoa siitä, että kokeelliset työt lisäisivät yleisesti motivaatiota kemian opiskelua kohtaan. Oppilaat voivat motivoitua kokeellisia töitä tehdessään esimerkiksi siksi, että samalla on mahdollista jutella kaverin tai kavereiden kanssa, eikä tällöin tarvitse kirjoittaa tai kuunnella opettajaa. Oppilaat näyttävät pitävän luokassa vallitsevasta ilmapiiristä silloin, kun tunnilla tehdään kokeellisia töitä.

Toisista kokeellisten töiden työtapamuodoista oppilaat näyttävät pitävän enemmän kuin toisista. (Bennet 2003)

3.3.6 Vaihtoehtokäsitykset

Oppimismalleja tarkasteltaessa on havaittavissa, että esimerkiksi kokeiluun perustuvan oppimismallin mukaan opiskelija pyrkii toimimaan yleisesti ottaen niin, että hän saa todellisuudesta palautetta joka antaa mahdollisuuden käsitysten korjaamiseen. Näin ollen mahdolliset vaihtoehtoiset käsitykset, joissakin tapauksissa virhekäsitykset, tulee korjattua opettajan avulla eikä väärinkäsityksiä pääse muodostumaan kokeellisuuden kautta. Oppimiskäsitykset, myös siis virheelliset käsitykset, vaikuttavat opettajan ja opiskelijan mielikuvaan, joka muodostuu opetuksen seurauksena luonnontieteistä. Nimenomaan juuri opettajan pedagogisella osaamisella ja näihin seikkoihin huomiota kiinnittämällä kyseiset haasteet pystytään kuitenkin voittamaan ja tuloksena on hyvinkin todennäköisesti mielekäs oppiminen. (esim. Puolimatka, 1995; Abel & Smith, 1994; Edmondson & Novak, 1993)

4 TUTKIMUS

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on kartoittaa nuorten käsityksiä kokeellisuudesta kemiassa tieteenä ja lukion kemian opetuksessa. Tavoitteena on keskittyä lukion kemian opinnot jo suorittaneiden nuorten näkemyksiin kokeellisuuden tavoitteista lukion kemian tunneilla sekä kokemuksiin lukio-opetuksen kokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuteen eroista. Tutkimuksen toteutuksessa käytetään kvalitatiivista tapaustutkimusta (Tuomi & Sarajärvi, 2002).

4.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa on etsitty vastauksia kahteen tutkimuskysymykseen:

1. Mitkä ovat lukio-opetuksen kokeellisuuden tavoitteet opiskelijoiden näkökulmasta?
2. Kuinka opiskelijat kokevat lukio-opetuksen ja tieteen kokeellisuuden erot?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan kappaleessa 5.2. Toiseen tutkimuskysymykseen vastataan kappaleessa 5.3.

4.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena temahaastattelun avulla. Kohderyhmänä toimi Helsingin yliopiston kemian laitoksella opintonsa

vasta alkaneet opiskelijat, jotka olivat opiskelleet lukiossa kemiaa. Saadut vastaukset analysoitiin aineistolähtöisen sisältöanalyysin mukaisesti (Tuomi & Sarajärvi, 2002). Tavoitteena oli määrittellä aihealueen luokittelua tutkimuskysymysten mukaisesti. Tutkimus toteutettiin lukuvuoden 2007-2008 aikana.

4.2.1 Kohderyhmä

Kohderyhmäksi valittiin Helsingin yliopiston kemian laitoksen opiskelijat. Valintakriteereinä olivat opintojen aloitusvuosi ja lukiosta valmistumisen ajankohta. Kohdehenkilön tuli olla aloittanut kemian opintonsa syksyllä 2007 ja hänen tuli olla valmistunut lukiosta vuosina 2006 tai 2007. Näin ollen koehenkilöllä ei ollut kemian laitoksen opintoja edeltäviä kemian opintoja kuin lukioajalta. Kohderyhmäläisille lähetettiin sähköpostitse kutsu haastatteluun, joka toteutettiin Helsingin yliopiston kemian laitoksen tiloissa. Kutsu lähetettiin 18 opiskelijalle, joista neljä opiskelijaa osallistui haastatteluun.

Haastatteluun osallistui neljä henkilöä: kaksi tyttöä ja kaksi poikaa (ks. taulukko 4.1). Kolme haastateltavaa oli kirjoittanut ylioppilaaksi keväällä 2007 sekä yksi haastateltavista keväällä 2006, eikä näin ollen heistä kenelläkään ollut aiempia kemian opintoja lukion ja yliopisto-opintojen väliseltä ajalta. Kolme haastateltavista oli opiskellut pääkaupunkiseudulla "erityislukiossa": matemaattis-luonnontieteellisessä lukiossa, matematiikkalukiossa tai luonnontiedelukiossa. Kyseisissä erityislukioissa on erikoistuttu normaalia enemmän luonnontieteiden opetukseen esimerkiksi kurssien lukumäärää lisäämällä. Yksi haastateltavista oli käynyt normaalipainotteisen lukion.

Kaikki haastateltavat olivat suorittaneet lukuisan määrän kemian kursseja, viidestä aina seitsemään (5-7) kurssiin. Kaksi haastateltavista oli suorittanut myös niin sanotun erillisen työkurssin, kemian kurssin, jossa tehdään nimenomaan kokeellisia töitä. Haastattelussa pyydettiin keskittymään kokonaisuutena lukion kemian kursseihin ja tarvittaessa erottelemaan vastauksessa työkurssien eroavaisuudet, jos haastateltava koki, että kyseinen seikka vaikuttaisi suuresti vastaukseen.

Taulukko 4.1. Tutkimukseen osallistuneiden opiskelijoiden taustatietoja.

Haastateltavan	A	B	C	D
ikä	19	19	19	20
ylioppilasvuosi	kevät 2007	kevät 2007	kevät 2007	kevät 2006
aineraali kemiasta	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
lukiopaikka- kunta	Pääkaupunki- seutu	Pääkaupunki- seutu	Pääkaupunki- seutu	Muu Suomi
erityislukio	Matemaattis- luonnontieteell.	Matema- tiikkalukio	Luonnon- tiedelukio	ei
kemian kurssien lkm	7	7	6	5-6
käynyt työkurssin	ei erikseen	kyllä	ei	kyllä

4.2.2 Teemahaastattelu

Tutkimus on tapaustutkimus eli *case study* (Syrjälä et al, 1995). Tutkimuksessa käytettiin tutkimusmenetelmänä teemahaastattelua (Hirsijärvi & Hurme, 2004). Se valittiin menetelmäksi aikaisempien vähäisten tutkimusten ja tutkimuksen

ainutlaatuisuuden vuoksi (Hammarsley & Foster, 2000). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on usein tyypillistä, että päämenetelmänä käytetään haastattelua. Haastattelun etuutena voidaan yleisesti ottaen pitää muun muassa sitä, että tilanne on hyvin joustava ja siinä on mahdollista myötäillä vastaajia sekä siinä on mahdollisuus ymmärtää tutkimusaihetta syvemmin kuin esimerkiksi pelkässä kyselyssä (Hirsijärvi & Remes & Sajavaara, 1997).

Tutkimuksen tekijä toimi haastattelijana ja haastatteluhetken ympäristö pyrittiin pitämään mahdollisimman samanlaisena jokaisen haastateltavan kohdalla. Haastattelupaikkana toimi Helsingin yliopiston kemian laitos, joten paikka oli haastateltaville ennestään tuttu.

Koska tutkimuksen aihetta ei ole aiemmin Suomessa tutkittu, on kyseessä lähestulkoon tuntematon tutkimusalue ja näin ollen on hyvin vaikea tietää vastausten suuntia etukäteen. Tämä on yksi pääperustelu sille, miksi tutkimuksessa käytettiin juuri teemahaastattelua tiedon keruumenetelmänä. Saatua tutkimustietoa voidaan käyttää hyväksi jatkotutkimuksissa ja suorittaa tilastollisesti pätevämpää ja näin ollen myös yleistettävämpää tutkimustietoutta.

Nimenomaan teemahaastattelulle on tyypillistä, että se toimii niin sanotusti lomake- ja avoimen haastattelun välimuotona. Haastattelun eri teemat ovat jo ennalta tiedossa, mutta itse kysymykset järjestyksineen ja muotoineen muokkaantuvat haastattelun kuluessa. (Hirsijärvi & Remes & Sajavaara, 1997)

Tässä tutkimuksessa käytetyt haastattelukysymykset ja –teemat muodostuivat aikaisemman tutkimustiedon pohjalta. Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille eräitä osa-alueita kemian filosofiasta ja kokeellisuudesta sekä niiden opetuksesta koulussa. Tutkimuskysymyksiksi tarkentuneiden aihealueiden mukaisesti

toteutettiin teemahaastattelu, jolla pyrittiin saamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin vastaukset.

Teemahaastattelun teemoina toimi tutkimuskysymysten mukaisesti kaksi pääteemaa ja tämän lisäksi taustatietojen kartoitusosio. Ensimmäiseksi opiskelijoilta kartoitettiin taustatietoja, joissa selvitettiin mm. ikää, ylioppilasvuotta, käytyjen kemian kurssien lukumäärää ja kokeellisuuden määrää opetuksessa. Toisessa teemaosiossa tarkennettiin opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta ja kyseltiin tarkemmin kemian kokeellisuuden merkitystä ja tavoitteita opiskelijan näkökulmasta lukio-opetuksessa. Kolmannessa teemaosiossa kartoitettiin puolestaan opiskelijoiden käsityksiä koulukokeellisuuden ja tieteen eroista. Tarkemmat teemahaastattelun kysymysasettelut ovat liitteessä 1.

Haastattelu nauhoitettiin digitaaliseen muotoon. Nauhoituksen jälkeen käydyt keskustelut kirjoitettiin auki sanasta sanaan vuoropuhelun muotoon (liitteet 2-5). Saadut haastattelut käsiteltiin ja analysoitiin tutkimustuloksiksi (liite 6).

4.2.3 Sisällönanalyysi

Haastattelut analysoitiin sisällönanalyysin avulla. Tämä on perusanalyysimenetelmä, jota voidaan käyttää kaikissa laadullisen tutkimuksen muodoissa. Tutkittavaa ilmiötä kuvaa tutkimuksen aineisto. Analyysin tarkoitus on luoda kyseisestä ilmiöstä sanallinen ja selkeä kuvaus. Sisällönanalyysin perusideana on saavuttaa aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon, mutta välttää informaation häviämistä prosessissa. Tässä tutkimuksessa aineistolähtöinen sisällönanalyysimenetelmä on valittu, sillä aikaisempaa tutkimustietoa aiheesta ei ole olemassa. (Tuomi & Sarajarvi, 2002)

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi voidaan karkeasti jakaa kolmivaiheiseksi prosessiksi: (i) redusointi eli pelkistäminen, (ii) klusterointi eli ryhmittely ja (iii) abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen (Tuomi & Sarajärvi, 2002). Aineiston pelkistämävaiheessa haastattelumateriaalia pelkistettiin litteroimalla tutkimuksen olennaisia ilmauksia tiivistäen haastattelussa annettuja vastauslauseita muutaman sanan mittaisiksi ilmauksiksi. Näin ollen kukin haastateltavan antama lause sai omanlaisensa "koodin". Aineiston ryhmittelyssä äskeisestä vaiheesta saadut koodit ryhmiteltiin etsien niiden samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Luokitteluyksikkönä käytettiin tutkimuskysymysten mukaisia suuntaviivoja ja näin ollen pitkälti haastateltavien käsityksiä asiasta. Ryhmittelyssä muodostetaan alaluokkia, joita vielä eteenpäin ryhmittelemällä ja tiivistelemällä voidaan muodostaa pääluokkia. Näin ollen saadut pääluokat ovat osittain jo abstrahointia, jota jatketaan vielä eteenpäin muodostaen yhdistäviä luokkia ja käsitteitä. Saatuja käsitteitä vertailtiin tutkimuksessa esille nostettuun teoreettiseen viitekehykseen ja tarkastellaan tarkemmin tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia ja niiden merkityksellisyyttä ja vastataan samalla asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Kaaviossa 4.1. on kuvattu analyysin etenemisen vaiheita.

Kaavio 4.1. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen (Tuomi & Sarajärvi, 2002).



4.2.4 Luotettavuustarkastelu

Tutkimuksen teossa pyritään arvioimaan aina tutkimuksen luotettavuutta eli reliabiliutta ja pätevyyttä eli validiutta (Hirsijävi et al., 2001). Erityisesti kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuus perustuu aineiston ja johtopäätösten pätevyyteen, jolla on kaksi ulottuvuutta: aineiston ja johtopäätösten vastaavuus tutkittaviin ajatuksiin (aitous) ja niiden liittyminen teoreettisiin lähtökohtiin (relevanssius). Haastattelukysymykset ja vastaukset sekä analysoinnissa apuna käytetyt taulukot ovat tutkimuksessa liitteenä. Lukijalla on siten mahdollisuus tarkastella tutkimuksen aitoutta. Relevanssius on pyritty varmistamaan liittämällä tutkimuksen johtopäätökset tutkimuskysymyksiin ja tutkimuksen teoriaan. Samoin tutkimusmenetelmää ja haastattelua valmisteltaessa tutkija on pyrkinyt valitsemaan haastattelukysymykset teoriaviitekehiksestä nousseiden asioiden pohjalta. Tutkija on myös pyrkinyt perustelemaan valitsemiaan ratkaisujaan tutkimuksen toteutuksessa ja kirjaamaan ne mahdollisimman tarkasti. (Syrjälä et al. 1994).

Teemahaastattelun luotettavuuteen vaikuttaa varmasti hyvin moni seikka. Jo itsessään haastattelun luotettavuutta saattaa heikentää myös se, että uskaltaako haastateltava antaa rehellisiä vastauksia kysymyksiin, onko toimintaympäristöluotettava, ymmärtääkö vastaaja kysymyksen kysytyllä tavalla ja esimerkiksi vastaako haastateltava vain siihen mitä on kysytty (Hirsijärvi et al., 2001). Haastattelutilanteessa haastateltava saattaa myös käyttäytyä toisin kuin jossakin toisessa tilanteessa, joka aiheuttaa sen, että kyseinen aineisto on aina konteksti- ja tilannesidonnaista (Hirsijärvi et al., 2001). Tässä tutkimuksessa näiden seikkojen vaikutus on todennäköisesti hyvin pientä. Syitä tälle ovat esimerkiksi se, että haastattelu tapahtui opiskelijoille jo entuudestaan tutussa toimintaympäristössä ja haastattelijana toimi opiskelija, jolloin keskustelu tilanteena oli kohtalaisen luonteva ja rento.

Yleisesti ottaen tapaustutkimus käsittelee pientä ryhmää eikä sen tuloksia näin ollen voida tilastollisesti yleistää. Ratkaisevaa ei kuitenkaan välttämättä aina ole vain ja ainoastaan tutkimusaineiston koko tai esimerkiksi haastateltavien määrä ja niistä lasketut tunnusluvut vaan tulisi myös tarkastella tutkimuksen tulkintojen kestävyyttä ja syvyyttä (Eskola & Suoranta, 2001). Tässä tutkimuksessa haastateltavien lukumäärä jäi neljään käytännön syiden vuoksi. Asetettujen valintakriteerit täyttäviä opiskelijoita ei tavoitettu neljää enempää, joka tulee huomioida myös tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa. Haastattelua toteutettaessa oli kuitenkin havaittavissa jo neljännen haastateltavan kohdalla vastausten toisto, joka on tyypillistä teemahaastattelulle ja toimii sen yhtenä kriteerinä määriteltäessä haastattelijoiden lukumäärää haastattelun kuluessa. Pro gradu-tutkimuksen laajuuden vuoksi myös haastattelukierrosten lukumäärä jouduttiin rajaamaan tässä tutkimuksessa vain yhteen kertaan. Myös tämä seikka vaikuttaa tutkimustuloksiin ja näin ollen on otettava myös huomioon tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa.

Kohderyhmäksi valikoitui neljä opiskelijaa, jotka kukin opiskelevat Helsingin yliopiston kemian laitoksella, mikä sinänsä tekee otoksesta erityisen. Kyseiset opiskelijat ovat valikoituneet erinäisistä syistä opiskelemaan juuri kemiaa ja näin ollen ovat todennäköisesti harrastuneempia kemian osalta kuin muut ikäryhmänsä edustajat. Haastateltavista suurin osa oli myös muulla tavalla luonnontieteellisesti valikoituneita. Heistä kolme oli käynyt jonkin asteisen erityislukion, joissa useimmiten myös tarjotaan enemmän luonnontieteen kursseja. Kyseisiin lukioihin usein myös hakeutuu opiskelemaan aiheeseen jo luontevasti ennestään harrastuneita ja kiinnostuneita opiskelijoita. Suoranaisesti tämä ei todennäköisesti vaikuta tutkimustulokseen, mutta on hyvä kuitenkin ottaa esille niitä tarkasteltaessa. Kyseisissä erityislukioissa on usein myös panostettu nimenomaan luonnontieteiden ja kemian opetukseen erityisesti ja näin ollen myös kokeellisuutta painotetaan todennäköisesti normaalia enemmän. Tämä saattoi vaikuttaa vastausten laatuun positiivisesti. Kaikkia negatiivisimpia vaihtoehtoja ei näin ollen välttämättä tullut tutkimuksessa esille.

Opiskelijat olivat suorittaneet jo joitakin yliopiston kemian kursseja ennen haastatteluja, jotka saattavat vaikuttaa haastattelutuloksiin, sillä tavoitteena tutkimuksella oli tarkastella ainoastaan lukio-opetuksen myötä saavutettuja käsityksiä. Haastateltavia pyydettiin ennen haastattelun alkua keskittymään vastauksissaan nimenomaan lukio-opintojen näkökulmaan ja kokemuksiin, mitä he ovat suorittuaan lukion kemian kurssit kokeneet. Tämä seikka saattaa vaikuttaa osittain kemian tieteellisen kokeellisuuden käsityksiin ja siihen, mikä haastateltavilla opiskelijoilla oli viimeisin muistikuva yliopisto-opetuksen kokeellisuudesta, mutta ei todennäköisesti vaikuta tutkimustulokseen kuitenkaan.

Lukioissa järjestettävien erillisten kokeellisuuskurssien merkitys saattaa myös vaikuttaa haastateltavien vastauksiin. Haastateltavista puolet oli osallistunut

lukio-opinnoissaan erilliselle laboratoriotyökurssille. Tämä saattaa osittain heijastua myös haastattelun vastauksissa kokonaisuutta tarkasteltaessa ja pohdittaessa "normaalilukion kurseja" ja kokeellisuutta niissä. Kuitenkin myös kokeelliset kemian erityiskurssit kuuluvat luontevasti kemian lukio-opintoihin. Kyseiset kurssit tulee ottaa näin ollen myös ottaa huomioon tutkimuksessa koko kokonaisuutta tarkasteltaessa.

Mikäli muun muassa olosuhteiden samankaltaisuudesta pidetään huolta, niin kyseinen tapaustutkimus on mahdollista uusina tulevaisuudessa. Samoin tapaustutkimusten välillä saatuja tutkimuksia voidaan hyvinkin vertailla ja analysoida. Kvalitatiivisen tutkimuksen eräänä ominaisuutena on kuitenkin myös luontevasti tutkijan oma subjektiivinen näkemys tutkimukseen ja sen analysointiin, joka tulee muistaa pohdittaessa laadullisen tutkimuksen luotettavuutta. Tutkijan näkemys aiheesta ja toimiminen koko tutkimusprosessin aikana vaikuttavat tutkimuksen luotettavuusarviointia pohdittaessa. Laadullisessa tapaustutkimuksessa tutkija on tutkimuksensa keskeinen tutkimusväline (Eskola & Suoranta, 2001).

Tutkimuksessa saatua tietoa ei voi yleistää ennen kuin asiaa on tarkasteltu tarkemmin laajemmalla ja heterogeenisemmalla otoksella. Saatuja tutkimustietoja voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi kvantitatiivisissa jatkotutkimuksissa.

5 TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimustulokset. Aluksi esitellään opiskelijoiden yleisiä kokemuksia kokeellisuudesta ja heidän käsityksiään siitä, mitä kokeellisuudella lukio-opetuksessa tarkoitetaan. Luvussa 5.1 on esiteltyä haastattelun avulla havaittuja yleisiä opiskelijoiden käsityksiä ja kokemuksia kokeellisuudesta. Luvuissa 5.2 ja 5.3 on esitelty tutkimustulokset tutkimuskysymysten mukaisesti.

5.1 Opiskelijoiden kokemuksia kokeellisuudesta

Opiskelijoilta kyseltiin heidän näkemyksiään ja kokemuksiaan kokeellisuudesta koulussa. Heiltä myös tiedusteltiin kokivatko he, että heidän lukio-opinnoissaan oli paljon kokeellisuutta ja oliko sitä riittävästi. Heitä pyydettiin myös määrittelemään mitä koulukokeellisuudella heidän mielestään ylipäätään tarkoitetaan. Kokeellisuudella koulussa ja lukio-opetuksessa tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kaikkia kokeellisuuden muotoja, joita kemian opetuksessa käytetään.

Kysyttäessä opiskelijoilta, oliko heidän mielestään lukio-opinnoissa paljon kokeellisuutta (liite 6: kysymys 1), vastaukset olivat kaiken kaikkiaan vaihtelevia. Haastateltavien vastaukset voidaan luokitella seuraavasti: *i) Kokeellisuutta oli joko aika paljon, ii) jonkin verran tai iii) ei riittävästi.*

Perusteluiksi vastauksilleen opiskelijat esittivät muun muassa seuraavia:

”Ei niille ollut oikein aikaa.”

”Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratoriotöitä tehdä.”

Opiskelijoiden vastauksista on havaittavissa, että usein opettajat olivat pyrkineet kokoamaan kemian kokeellisuutta mahdollisimman paljon yhdelle kertaavalle kurssille, jossa pääpaino oli enemmän laboratoriotöissä. Vastaukset olivat vaihtelevia. Osalla haastateltavista oli ollut jokaisella kurssilla kokeellisuutta laboratoriotöiden ja opettajan tekemien demonstraatioiden muodossa muutaman kerran. Erään haastateltavan käymillä kursseilla kokeellisuutta ei ollut lähestulkoon lainkaan, lukuun ottamatta erillistä laboratoriokurssia. Eräällä haastateltavalla oli puolestaan ollut varsin paljon kokeellisia töitä sekä opettajan tekemiä demonstraatioita jokaisella kemian kurssillaan.

Kysyttäessä opiskelijoilta, oliko heidän mielestään heidän lukio-opinnoissa riittävästi kokeellisuutta sekä pyydettyä heitä perustelemaan näkemyksiään, vastaukset olivat pitkälti samantyyppisiä (liite 6: kysymys 2). Pääosin haastateltavat kokivat, että kokeellisuutta ei ollut riittävästi. Haastateltavien vastaukset voidaan luokitella seuraavasti: *i)* Ei ollut riittävästi, *ii)* ajan puute rajoitti kokeellisuuden tekemistä, *iii)* tunnit olivat enemmänkin teoriapainotteisia sekä eräs haastateltavista koki, että *iv)* tasapaino kokeellisuuden ja teorian välillä oli hyvä.

Opiskelijoiden vastauksia olivat muun muassa seuraavat:

" No mun mielestä sitä ois voinu olla enemmän, koska se oli nii mukavaa."

"Ei kyllä ollut. Meillä se valu toho justiinsa tuonne kertauskurssille ja sillen varsinkin tuli todella kiire."

"Ei. Ei oikein. Ei niille ollut oikein aikaa. Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratoriotöitä tehdä."

Opiskelijoiden perustellessa vastauksiaan jokainen vastaajista pohti yleisesti ottaen kemian opintojen aikataulua ja teorian sekä kokeellisuuden välistä suhdetta jollakin tavalla. He pohtivat, että mikäli kokeellisuutta olisi ollut enemmän, niin teorian osuus olisi jäänyt tällöin vähemmälle. Toisaalta osa ei kokenut tätä välttämättä huonona asiana, mutta osa taas koki, että kokemallaan kokeellisuuden määrällä oppi ihan hyvin. Loppujen lopuksi kaikkien haastateltavien vastauksista on havaittavissa, että kukin oli kokenut kokeellisuuden positiivisena ja samoin piti positiivisena sen lisäämistä kouluopetukseen, kunhan teorialäheisyys säilyy opetuksessa eikä itse teorian opiskelu vähene.

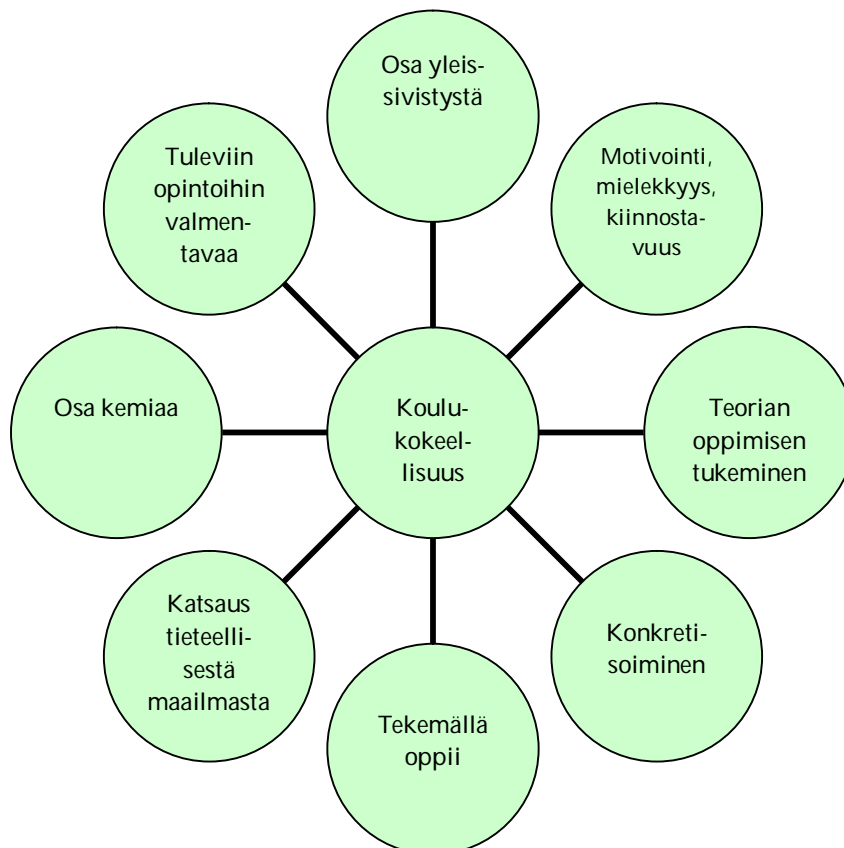
Kysyttäessä opiskelijoilta, mitä kokeellisuudella lukio-opetuksessa heidän mielestään tarkoitetaan ja minkälaista kokeellisuutta heidän lukiokursseilla tehtiin, vastaukset olivat hyvin yksiselitteisiä (liite 6: kysymys 3). Opiskelijat kokivat, että kokeellisuus koulussa on pääosin sitä, jolloin opiskelijat itse tekevät laboratoriotöitä opettajan antamien ohjeiden avulla tai sitä, jolloin opettaja tekee demonstraatioita luokan edessä havainnollistaen käsiteltävää teoriaosa-aluetta.

5.2 Lukio-opetuksen kokeellisuuden tavoitteet opiskelijoiden näkökulmasta

Teemahaastattelun yhtenä pääteemoista oli ensimmäisen tutkimuskysymyksen mukaisesti selvittää opiskelijoiden käsityksiä lukio-opetuksen kokeellisuuden tavoitteista. Opiskelijoilta kysyttiin, miksi heidän mielestään ylipäätään lukiossa tehdään kokeellisia töitä ja näin ollen, mitä tavoitteita koulukokeellisuudella on, sekä toisaalta toiko heidän lukio-opettajansa kokeellisuuden tavoitteet esille opetuksessaan. (liite 1)

Tavoitteita, miksi koulukokeellisuutta opiskelijoiden mielestä tehdään lukiossa, nousi esiin useita (liite 6: kysymys 4; ks. kaavio 5.1). Merkittävimpinä seikkoina pidettiin asioiden ja kemian teorian konkretisoimista sekä oppimisen tukemista. Kokeellisuuden katsottiin olevan myös osittain tieteellisen maailman jäljittelyä ja mallintamista. Kokeellisten töiden koettiin olevan myös mielekkäitä, tuovan esiin kemian kiinnostavuutta sekä motivoivan opiskelijaa. Kokeellisuuden koettiin myös olevan luonteva osa kemian kokonaisuutta ja samalla myös osa yleissivistystä, joka sinänsä on myös koko lukion tehtävä. Koulukokeellisuuden katsottiin olevan myös hyödyllistä tulevien opintojen kannalta.

Kaavio 5.1. Opiskelijoiden käsitysten mukaiset koulukokeellisuuden tavoitteet.



Opiskelijat perustelivat vastauksia kysymykseen muun muassa seuraavasti:

"Käytännön esimerkkei jostaki mitä o opiskeltu ja sit syvennetään sit et ei vaa lueta kirjasta ja opetella ulkoo"

"No varmaa siks et se kuuluu kemiaan."

"Ei kemiasta voi saada oikeeta kuvaa jos ei tee kokeellisii töitä. Et jos vaa lukee kirjasta ni siit saa iha erilaisen kuvan kemiasta tieteen alana."

Opiskelijoilta kysyttäessä, toiko heidän lukio-opettajansa esille kokeellisuuden tavoitteita, voidaan vastaukset ryhmitellä kolmeen luokkaan: *i) Toi tavoitteet esille aina, ii) toisinaan tai iii) ei lainkaan.* (liite 6: kysymys 5)

Opettaja toi tavoitteet esille aina – luokan perusteluna oli seuraava vastaus:

" No kyl me ku me saatiin ain ne paperit mis o selitetty mitä tehdään ja miten ni siin kyl kans oli kan et vähä minkä takii tämmöne tehään".

Toisinaan - vastauksen antaneiden kohdalla opiskelijat kokivat, että opettaja saattoi yrittää tuoda niitä esille silloin tällöin, muttei tämä kuitenkaan ollut kovin selvää.

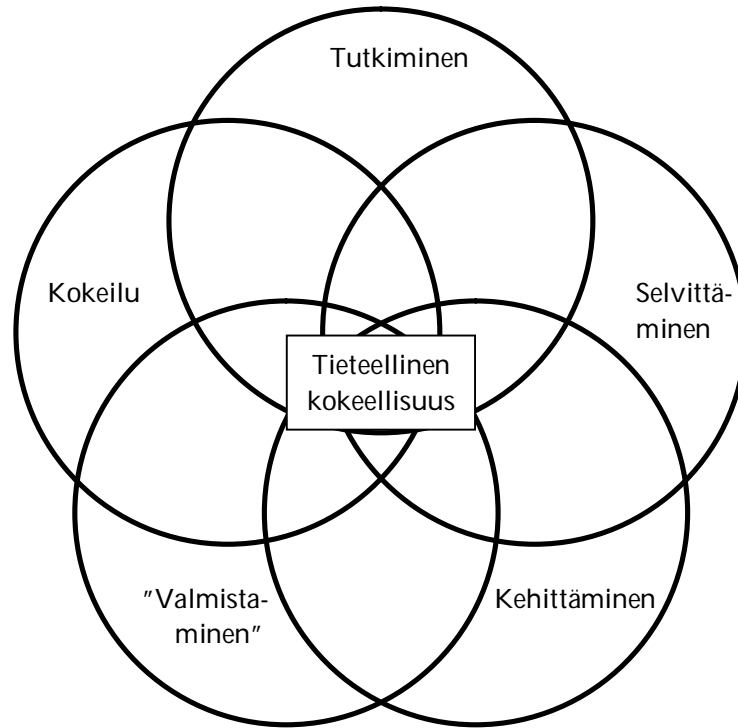
Ei tuonut – vastauksen antanut opiskelija koki, ettei opettaja tuonut tavoitteita esille ainakaan kovin selkeästi niin, että opiskelija olisi sitä huomannut tai ymmärtänyt.

5.3 Opiskelijoiden kokemuksia lukio-opetuksen ja tieteen kokeellisuuden eroista

Teemahaastattelun viimeisenä pääteemana oli toisen tutkimuskysymyksen mukaisesti selvittää opiskelijoiden käsityksiä koulukokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuden eroista. Opiskelijoilta kysyttiin haastattelun alussa heidän näkemystään koulukokeellisuuden määritelmäksi ja tämän teeman kohdalla kysyttiin näin ollen myös heidän näkemyksensä siitä, mitä tieteellisellä kokeellisuudella tarkoitetaan. Tieteellisestä kokeellisuudesta puhuttaessa tässä tutkimuksessa tarkoitetaan yleisesti ottaen kaikkea kokeellisuutta, jota kemian ympärillä tapahtuu kemiaa tutkittaessa. Opiskelijoilta kysyttiin myös heidän kokemuksiaan siitä, mitä eroavaisuuksia ja samankaltaisuuksia tieteellisellä kokeellisuudella ja koulukokeellisuudella on. (liite 1)

Kysyttäessä opiskelijoilta tieteellisen kokeellisuuden määritelmää, voidaan heidän vastauksista päätellä opiskelijoiden käsitysten "pääluokat" (liite 6: kysymys 6). Tieteellinen kokeellisuus on opiskelijoiden mielestä tuntemattomien tai jo tunnettujen asioiden tutkimista, kokeilemistä tai selvittämistä (ks. kaavio 5.3). Tieteellisen kokeellisuuden voidaan ymmärtää olevan myös suoranaisesti joidenkin tuotteiden kehittämistä ja valmistamista, kuten esimerkiksi lääkkeiden. Haastattelussa kävi myös ilmi, että käsitteenä tieteellinen kokeellisuus tuntui osittain vieraalta sanalta, eikä kaikilla haastateltavilla ollut välttämättä suoranaista tietoa tai käsitystä, mitä tieteellisellä kokeellisuudella tarkoitetaan.

Kaavio 5.2. Kemian tieteellinen kokeellisuus voidaan luokitella koostuvan tuntemattomien ja tunnettujen asioiden, materiaalien ja tuotteiden *i) tutkimiseen, ii) selvittämiseen, iii) kokeiluun, iv) valmistamiseen ja v) kehittämiseen.*



Opiskelijat vastasivat määritelmä- kysymyksen muun muassa seuraavasti:

"No just sitä että kokeillaan kaikkee uutta. Ja sit jos löydetää jotai uutta ni tutkitaa sitä tarkemmin ja voi löytää jostaki vanhastaki iha uusii puolii."

"Lukiolaiselle varmaan et joku yliopiston professori tutkii jotakin uutta asiaa mist kukaa ei viel tiedä mitään. Et se o vähä enemmän, en mä tiiä edelleenkä iha tarkkaan et mitä se on."

Opiskelijoilta kysyttäessä heidän käsityksiään tieteellisen kokeellisuuden ja koulukokeellisuuden eroista, vastaukset olivat hyvinkin moninaisia (ks. taulukko

5.1). Opiskelijoita pyydettiin myös miettimään eri kokeellisuuksien samankaltaisuuksia ja pohtimaan asiaa myös tämän kautta.

Opiskelijoiden mielestä kokeellisuudella koulussa on tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita ja samalla tukea lukemisen kautta opittavaa teoriaa (ks. taulukko 5.1). Samalla koulukokeellisuuden koettiin olevan yksinkertaisempaa sekä samalla myös huomattavasti epätarkempaa kuin tieteellisen kokeellisuuden. Koulukokeellisuuden koettiin olevan myös jonkinlainen katsaus tieteellisestä kokeellisuudesta ja maailmasta sekä koulukokeellisuuden koettiin toistavan pitkälti tutkimuksia, joita on jo tieteellisessä maailmassa tehty aiemmin. Tieteellisessä kokeellisuudessa koettiin myös laadun, tuotteiden saantimäärien ja puhtauden olevan tärkeimpiä seikkoja yhdessä kustannustehokkuuden kanssa, seikkoja joiden ei sinänsä katsota olevan tärkeitä koulukokeellisuudessa. Tieteellisessä kokeellisuudessa koettiin myös suurelta osin etsittävän uusia tapoja tehdä jotakin uutta sekä samalla kuitenkin miettien syvällisemmin sitä, mitä tällöin tapahtuu ja miten. (liite 6, kysymys 7)

Pääsääntöisesti suurimpia eroavaisuuksia opiskelijat kokivat olevan tieteellisen kokeellisuuden ja koulukokeellisuuden tavoitteissa sekä itse kokeellisten töiden toteutustavoissa.

Opiskelijat vastasivat eroavaisuuksista muun muassa seuraavaa:

”Niin no, teollisuudessa tuotetaan paljon ja yritetään saada mahdollisimman puhdasta, mutta koulussa taas yritetään vaan saada reaktio syntymään ja käytetään mahdollisimman vähän sitä ainetta, että nähdään mitä tapahtuu, miten tapahtuu.”

”Teollisuudessa on tärkeitä saada paljon vähällä, puhasta.”

”Aivan erilaiset kuitenkin työvälineet.”

”No ainaki se et lukiossa on helpommat esimerkit ja sillee. Kait sillee et lukiossa ehkä tehhhä niit enemmä esimerkkinä jostakin ja havainnollistetaan et mitä o opeteltu.”

”Koulussa on ehkä yksinkertasempii sillee tukemaan sitä mitä o luettu et tieteellisessä voi vähä enemmän tutkia sillee asiat vähä sen pohjalta. Kuitenki niinku koulussa tulee samalla tavalla ja sitä käytetään enemmä esimerkkinä jostakin reaktiosta tai jotakin kuitenkin.”

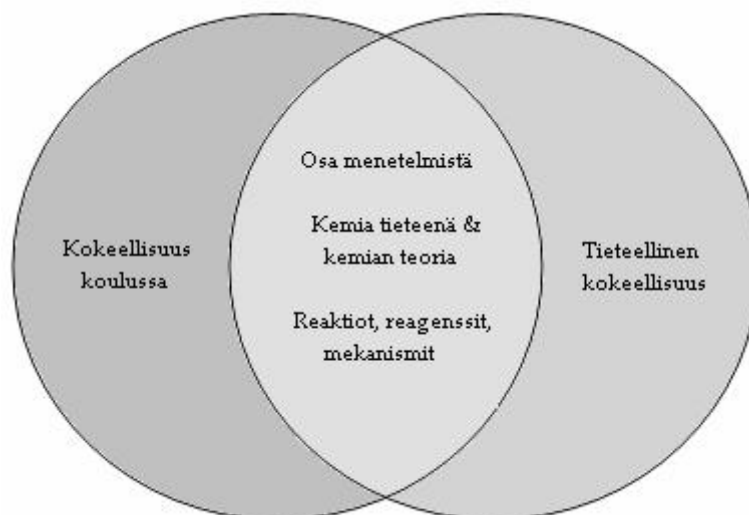
”No tieteellisessa se varmaanki enemmäki pyritään luomaan uusia yhdisteitä ku taas koulussa vaa tutkitaan jotaki yksinkertasempia yhdisteitä.”

Taulukko 5.1. Koulukokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuden eroavaisuuksia

Eroavaisuus	Koulukokeellisuus	Tieteellinen kokeellisuus
Lähtökohta	<ul style="list-style-type: none"> • Toistetaan aiemmin tehtyjä tutkimuksia • Yksinkertaistettua usein 	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkitaan ja kokeillaan usein myös aivan uutta
Tavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkoituksena oppia ymmärtämään kemiaa • Visuaalisuus ja havainnointi tärkeintä. • Pyritään tukemaan kirjan teorian tietoutta havainnollistamisen kautta. • Kokeellisuus toteutetaan täysin tieteellisen kokeellisuuden kautta saavutettujen tietojen perusteella yleensä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kehitetään usein mm. yhteiskunnalle jotakin uutta tietoa • Mietitään tarkemmin mitä tapahtuu ja miten • Kehitetään usein täysin uutta tai parannetaan ja kehitetään vanhoja tutkimuksia. • Tutkitaan tarkemmin mm. reaktioita ja saadaan tuloksia, jotka ovat toistettavampia ja tarkempia mm. jatkotutkimuksia varten
Työvälineet, laitteisto	<ul style="list-style-type: none"> • Yksinkertaisempia • Halvempia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkemmat • Arvokkaammat • Uusin teknologia
Tarkkuus	<ul style="list-style-type: none"> • Visualisointi tärkeintä 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkkuus suurempaa • Saanti parempaa • Tuotteet puhtaampia

Pyydettyäessä opiskelijoita miettimään tieteellisen ja lukio-opetuksen kokeellisuuden samankaltaisuuksia oli osittain edelleen havaittavissa, ettei kaikilla haastateltavilla ollut välttämättä selkeää käsitystä ja hahmotelmaa siitä mitä juuri tieteellisellä kokeellisuudella tarkoitetaan ja mitä merkitystä sillä on koulukokeellisuudelle (ks. kaavio 5.2). Opiskelijoiden vastauksista löytyi useita seikkoja, joiden perusteella tieteellisen maailman ja kouluympäristön kokeellisuudet voidaan heidän mielestään yhdistää toisiinsa (ks. kaavio 5.3). Opiskelijat kokivat, että yleisesti ottaen koko kemia ja sen faktatietous, teoria, on molemmissa samaa, mutta kuitenkin niin, että koulumaailmassa tämä on suuresti yksinkertaistettumpaa. Opiskelijat kokivat myös, että osa kokeellisista menetelmistä on samanlaisia niin tieteellisessä kokeellisuudessa kuin myös koulukokeellisuudessa. Samoin myös reagenssien, reaktioiden ja mekanismien koettiin olevan pitkälti samoja kummassakin tapauksessa. (liite 6, kysymys 8)

Kaavio 5.3. Koulukokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuden samankaltaisuuksia



6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opiskelijoiden käsityksiä on tarkasteltu tässä tutkimuksessa kvalitatiivisen tapaustutkimuksen valossa. Tässä luvussa pohditaan tarkemmin tutkimustulosten antia ja vertaillaan niitä aiemmissa luvuissa esiteltyyn teoreettiseen viitekehykseen. Luvuissa 6.2 ja 6.3 on pohdittu tutkimuskysymyksiä mukaisesti saatuja tuloksia verrattuna tutkimuksen teoriaosuuteen. Luvussa 6.4 on pohdittu jatkotutkimusehdotuksia ja suuntauksia.

6.1 Yleisiä pohdintoja

Yhtenä kemian opetuksen niin kutsuttuna päätavoitteena voidaan pitää opiskelijoiden sitouttamista kemian tieteelliseen ymmärrykseen eli kemian luonteeseen sekä siihen tietoisuuteen, miten kemiaa tehdään (Aksela, 2005). Kemia on osa luonnontieteitä, mutta myös samalla oma ainutlaatuinen tieteen alansa. Luonteeltaan kemia on kokeellisuuden perustuva tieteen ala. Kokeellisuus on tärkeä osa kemiaa ja sen opetusta. Kokeellisuuden koetaan parhaimmillaan auttavan opiskelijaa kemian luonteen hahmottamisessa.

Kokeellisuutta on hyvin monenlaista. Tutkimuksessa kysyttäessä opiskelijoilta, mitä kokeellisuudella heidän mielestään tarkoitetaan, kävi ilmi, että kokeellisuus käsitetään hyvin usein vain ja ainoastaan laboratoriotöinä kemian luokassa tai opettajan tekeminä demonstraationa. Kokeellisuus on aiempien tutkimusten mukaan myös muutakin kuin laboratoriotöitä ja opettajan esittämiä demonstraatioita (Lavonen). Opiskelijoiden käsitys kokeellisuudesta vaikuttaa myös samalla heidän käsityksiinsä kokeellisuuden tavoitteista. Tieteellistä

kokeellisuutta tarkasteltaessa kokeellisuutta käytetään kokonaisvaltaisuutena tutkittaessa tieteellisesti. Tämä tulee huomioida käsiteltäessä kokeellisuutta, niin lukio-opetuksen ja tieteellisen kokeellisuuden kuin myös niiden tavoitteiden näkökulmasta.

Haastateltavat opiskelijat näkivät kokeellisuuden koulussa ja tieteessä hyvin suppeasti. Opiskelijoiden oli osittain vaikea määritellä, mitä kokeellisuudella koulussa ja tieteellisellä kokeellisuudella todellisuudessa tarkoitetaan. Osin näistä syistä tuloksissa on nähtävissä, että haastatellut opiskelijat eivät olleet vielä tähän mennessä päässeet kovin korkean ajattelutaitojen tasolle. He eivät pystyneet esimerkiksi analysoimaan ja arvioimaan kokeellisuutta syvällisesti.

6.2 Opiskelijoiden käsitykset kokeellisuuden tavoitteista

Kaikessa opetuksessa, niin myös tieteiden ja kemian, on äärimmäisen tärkeää tavoitteellisuus sekä se, että tavoitteet on hyvin suunniteltu ja aseteltu. Lukion opetussuunnitelman perusteissa on määritelty suuntaviivat kemian opetukselle valtakunnallisella tasolla. Kyseisissä tavoitteissa kokeellisuutta on painotettu jokaisella lukion kurssilla (Opetushallitus, 2003). Tutkimuksen perusteella kaikki opiskelijat eivät kuitenkaan olleet kokeneet tekevänsä kokeellisuutta jokaisella kemian kurssilla. Osa opiskelijoista koki, että suurin osa kokeellisuudesta tehtiin yhdellä laboratoriotyökurssilla eikä niinkään peruskursseilla. Vastaukset kuitenkin vaihtelivat niin, että erään haastateltavan kokemusten perusteella kaikilla kemian kursseilla hänen ollessa lukiossa tehtiin hyvinkin paljon kokeellisuutta (vrt. Aksela & Juvonen, 1999).

Tutkimuksen tulosten mukaan opiskelijoiden mielestä opettajat tuovat kokeellisuutta tehtäessä opetuksen tavoitteet vaihtelevasti esille. Tutkimuksen perusteella osa opettajista tuo tavoitteet esille muun muassa työhöiden välityksellä, toisaalta taas koettiin, että opettaja tuo toisinaan tavoitteet esille ja kolmantena luokkana oli kokemus, että opettaja ei tuo lainkaan tavoitteita esille opetuksessaan. On huolestuttavaa, että osa opettajista ei todennäköisesti tuo tavoitteita ollenkaan tai suurimmaksi osaksi esille opiskelijoille. Tavoitteiden tuominen esille opetuksessa selkeyttää oppijalle koko tapahtumaa ja näin ollen oppija kykenee parhaiten hahmottamaan koko kokonaisuuden (Fairbrother, 2000). Loogiselta näkökulmalta oppiminen on tällöin helpompaa. Mikäli kuitenkin opettaja ei tuo tavoitteita selkeästi esille saattaa myös kokeellinen työ jäädä jonkinlaiseksi "tempuksi" eikä opiskelija osaa välttämättä yhdistää kokeellista työtä opittuun teoriaan (Aksela & Juvonen, 1999).

Kysyttäessä opiskelijoiden näkemyksiä kokeellisuuden tavoitteista, nousi tutkimuksessa esille useita tavoitteita. Merkittävimpinä seikkoina pidettiin asioiden ja kemian teorian konkretisoimista sekä oppimisen tukemista. Aikaisemman tutkimuksen mukaan (Millar et al., 1999) kokeellisuudella on uskottu olevan vaikutteita sillan muodostumiselle todellisuuden, havainnoitavien objektien ja abstraktien ideoiden sekä käsitteiden välille kemiassa. Kyseinen tehtävä sinänsä on vaativa, sillä kemia on luonteeltaan ainutlaatuinen nimenomaan abstraktiutensa osalta. Tämä tutkimus vahvisti näin ollen aiempien tutkimusten tuloksia. Kemian konkretisoimisella kokeellisuuden avulla on osoitettu jo aiempien tutkimusten kautta olevan merkitystä. Kyseistä asiaa on tutkittu Suomessa kemian opettajien näkemyksien valossa. Aiemman tutkimuksen mukaan on havaittu, että kemiaa oppii parhaiten tekemällä itse, valtaosan (95 %) opettajien mielestä. (Aksela & Juvonen, 1999)

Tehdystä tutkimuksesta on havaittavissa, että opiskelijoiden käsitysten mukaan kokeellisuus opetuksessa on osittain tieteellisen kemian jäljittelyä ja mallintamista. Koulussa suoritettava kokeellisuus tulisi olla tavalla tai toisella mallia tai jäljittelyä tieteellisessä tutkimusmaailmassa suoritetuista töistä (Hodson, 1996).

Aiemman tutkimuksen mukaan (Lavonen et al.) kaikki, mikä on rinnastettavissa opiskelijoiden arkielämään, koetaan useimmiten herättävän mielenkiintoa koko kemiaa kohtaan ja samalla asenne itse oppimiseen kohoaa. Tutkimuksen mukaan kokeellisten töiden koettiin olevan myös mielekkäitä, tuovan esiin kemian kiinnostavuutta sekä motivoivan opiskelijaa. Bennetin (2003) aiemman tutkimuksen mukaan nimenomaan kokeellisista töistä nautitaan kemian oppitunneilla. Selkeistä syistä, että miksi näin on, ei kuitenkaan hänen tutkimuksessaan ole saatu asiaan selvyyttä. Kyseisen tutkimuksen mukaan opiskelijat näyttävät pitävän esimerkiksi luokassa vallitsevasta ilmapiiristä kokeellisten töiden aikana. Samoin mahdollisuudesta jutella kaverin tai kavereiden kanssa kokeellisia töitä tehtäessä on tunnut pidettävän (vrt. Torn).

Kemia tänään- tutkimuksen mukaan suuri osa (40 %) opettajista teettää kokeellisuutta motivoidakseen opiskelijoita (Aksela & Juvonen, 1999). Tämä tutkimustulos on nyt tehdyn tutkimuksen kanssa ristiriidassa osittain. Kysyttäessä asiaa opiskelijoilta, motivointi ei noussut suurimpana seikkana kokeellisuuden tavoitteissa esiin. Tosin motivointi, mielenkiinnon ja kiinnostavuuden lisääminen nousivat luokittelussa kuitenkin esiin, mikä sinänsä on yhdenmukainen aiemman tutkimuksen kanssa. On kuitenkin muistettava kokeellisuutta tehdessä, että kokeellisuuden ja kokeellisten töiden ei tule olla pelkkiä leikkejä tai temppuja. Kokeellisilla töillä tulee olla selkeä teoriapohja ja teorian sekä kokeellisen työn välisiin yhtäläisyyksiin ja faktoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota koetta suunnitellessa ja toteutettaessa (Elkana, 2000). Kokeellisuus on osa kemiaa, jonka vuoksi sen tulisi olla myös luonteva osa kemian opetusta eikä ainoastaan

motivoinnin ja kiinnostavuuden lisääjä. Toisaalta on myös hyvä, että opiskelijoita motivoidaan kemiassa, mutta kyseisistä motivoivista kokeellisista töistä osaava opettaja pystyy muokkaamaan myös opetuksen kannalta teoriapohjaisen kokonaisuuden.

Tutkimuksen mukaan kokeellisuuden koettiin myös olevan luonteva osa kemian kokonaisuutta ja samalla myös samalla osa yleissivistystä, mikä sinänsä on myös koko lukion tehtävä. Koulukokeellisuuden katsottiin olevan myös hyödyllistä tulevien opintojen kannalta. Lukion tehtävänä on antaa yleissivistävää koulutusta (Opetushallitus, 2003). Tästä herää kysymys, mikä on kemian osuus tässä yleissivistävässä koulutuksessa. Tutkimuksessa eräs haastateltava nosti esiin vastauksessaan, että kokeellisuutta tehdään, koska lukion tehtävänä on yleissivistää. Tämä varmasti on yksi tärkeimmistä tehtävistä, joita lukion kemianopetuksella on, muttei kuitenkaan täysin ainoa. Kokeellisuus on vahvasti osa kemiaa ja osa lukio-opetusta, joten myös kemian tulee olla omalta osaltaan yleissivistävää. Kokeellisuuden tulisi tukea teoriaa eikä toimia omana erillisenä kokonaisuutena. Samalla kokeellisuuden tulisi toimia opiskelijalle katsauksena tieteellisestä maailmasta antaen pientä mallia kyseisestä äärimmäisen tärkeästä kemian osa-alueesta.

Kemian ainutlaatuisuutta perustellaan osittain aiempien tutkimusten mukaan muun muassa omaperäisellä kemian kielellä (Osborne & Monk, 2000; Schummer, 2006). Kouluopetuksessa kemian kielen käyttäminen, kemian puhuminen opettajan ja opiskelijoiden välillä sekä opiskelijoiden itsensä välillä, esimerkiksi ryhmätöitä tehden, ovat hyviä kemian kielen harjaannuttamismalleja. Kokeellisuus mahdollistaa oikein toteutettuna muun muassa kemian kielitaidon harjaannuttamisen. Tämä saattaakin olla yksi syy siihen, miksi juuri kokeellisuus miellyttää opiskelijoita kemiassa, sillä siinä on jotakin konkreettista ja käsin tunnusteltavaa sekä se samalla koetaan hyvin mielekkääksi. Toisaalta taas

kokeellisuus sinänsä auttaa opiskelijaa ymmärtämään paremmin kemian sisältöjä ja samalla selkeyttää opiskeltuja teorioita. Kokeellisuuden koetaan kehittävän kokeellisia töitä tekevien henkilöiden ajattelumalleja ja ymmärrystä (Matthews, 1994). Tutkimuksen mukaan opiskelijat kokevat ymmärtävänsä teoriaa paremmin kokeellisuuden avulla. Ajattelumallien kehittymistä opiskelijan on kuitenkin vaikea itse havaita ja siksi on myös vaikea selvittää kyseistä asiaa vain opiskelijoiden omia käsityksiä ja mielipiteitä selvittämällä.

Tutkimuksessa nousi esille eri näkökulmia siitä, että onko lukiossa riittävästi kokeellisuutta. Päälinjana nousi, että kokeellisuutta tulisi olla enemmän, mutta myös koettiin, ettei kokeellisuutta tarvitsisi enää lisätä. Kaikista vastauksista kävi ilmi, että kokeellisuuden ja teorian välistä ajankäyttöä pohdittiin paljon. Tutkimuksessa nousi esille, että opiskelijat eivät halua vähentää turhan paljoa teoriaosuutta kokeellisuuden lisäämisen vastapainoksi. Opiskelijat kokivat, että kokeellisuuden lisääminen olisi jollakin tavalla lähestulkoon pois kemian teorian opetuksesta. Tähän kaikkeen vaikuttaa varmasti moni asia. Opiskelijat eivät välttämättä osaa hahmottaa täysin, että kemian teoriaa voisi olla mahdollista opiskella kokeellisuuden kautta, mikäli kokeellisuus on hyvin suunniteltua ja onnistunutta. Kokeellisuus nähdään enemmän vain kemian työvälineenä eikä osana kemian sisältöä. Toisaalta tuloksen myötä herää myös kysymys siitä, kuinka paljon vastanneiden lukio-opettajan auktoriteetti ja näkemykset ovat mahdollisesti vaikuttaneet vastaukseen. Entä onko mahdollista, että opettaja on perustellut koko lukioajan kokeellisuuden vähyyttä nimenomaan ajan puutteen vuoksi ja tämän opiskelijat ovat hyväksyneet täysin erääksi selitykseksi asiasta.

6.3 Opiskelijoiden käsityksiä koulukokeellisuuden ja tieteellisen kokeellisuuden eroista

Saatujen tutkimustulosten mukaan kemian tieteellinen kokeellisuus voidaan luokitella opiskelijoiden käsitysten mukaan koostuvan pääluokittain tuntemattomien ja tunnettujen asioiden, materiaalien ja tuotteiden *i) tutkimiseen, ii) selvittämiseen, iii) kokeiluun, iv) valmistamiseen ja v) kehittämiseen*. Haastateltavien vastauksista oli myös havaittavissa, että osa vastanneista koki kokonaisuudessaan kemian tieteellisen kokeellisuuden hämäräksi ja tuntemattomaksi osa-alueeksi. Tämä saattaa heijastua suoraan siitä, ettei lukio-opetuksessa ole välttämättä käsitelty liiemmin tieteellistä työskentelyä ja kokeellisuutta, tai ainakaan painotettu asiaa. Myös kemian filosofian vähyys tutkimuksessa ja kouluopetuksessa saattaa osittain selittää asian. On äärimmäisen tärkeää, että kemiaa tarkastellaan opetuksessa myös filosofian näkökulmasta. Kemian filosofian avulla muun muassa ajatteluun, oppimiseen ja käsitteiden muodostamiseen liittyviin asioihin pystytään paneutumaan selkeämmin. Kemian filosofian avulla pystytään myös selittämään ja ymmärtämään monia kemiantieteen kannalta olennaisia seikkoja (Elkana, 2000). Samalla opiskelijaa osallistetaan oppimaan itse ja mahdollistetaan luonteva oppimisympäristö ja –tilanne, joka edesauttaa oppimista (Aksela & Juvonen, 1999).

Tutkimustulosten mukaan opiskelijoiden käsitykset tieteellisen kokeellisuuden ja koulukokeellisuuden välillä ovat hyvin moninaisia. Tutkimuksen mukaan kokeellisuudessa koulussa on tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita ja samalla tukea lukemisen kautta opittavaa teoriaa. Tällöin myös koulukokeellisuuden koettiin olevan yksinkertaisempaa sekä samalla myös huomattavasti epätarkempaa kuin tieteellisen kokeellisuuden. Visualisointi ja asioiden konkretisoiminen ovat nousseet jo myös aiempien tutkimusten myötä esiin kokeellisuuden tavoitteina ja hyvinä puolina nimenomaan kemian

ainutlaatuisuuden vuoksi, esimerkiksi mikro- ja makrotasojen asioiden yhdistämisessä ja hahmottamisessa (Millar et al., 1999). Kokeellisten töiden laadulla ja muodolla on myös merkitystä. Kyseisten töiden tulee olla sellaisia, jotka palvelevat nimenomaan sitä, että opiskelija kykenee itse oivaltamaan ja löytämään tarvittavat ja halutut yhtäläisyydet sekä teoriat ja lait. Myös kriittiseen ajatteluun ja tarkkailuun on hyvä kiinnittää kokeellisia töitä teetettäessä huomiota. Popperin teorioiden mukaan opiskelijoita tulisi kannustaa myös kyseenalaistamaan teorioita ja kokeellisuuden avulla oivallettavia seikkoja teetettäessä kokeellisia töitä (Monk & Dillon, 2000).

Koulukokeellisuuden koettiin olevan myös jonkinlainen katsaus tieteellisestä kokeellisuudesta ja maailmasta sekä koulukokeellisuuden koettiin toistavan pitkälti tutkimuksia, joita on jo tieteellisessä maailmassa tehty aiemmin. Aiempien tutkimuksen mukaan todellisilla laboratoriotiloilla ja näin ollen tieteellisesti aidolla oppimisympäristöllä on koettu olevan vaikutusta oppimiseen. Kyseiset oikeat oppimisympäristöt kuvastavat pitkälti osaa tieteellistä kokeellisuutta ja näin ollen toimivat katsauksena tieteellisestä maailmasta (Aksela & Juvonen, 1999). Kokeelliset laboratoriotyöt kouluopetuksessa pohjautuvat tieteelliseen tutkimukseen ja näin ollen on myös tärkeää nostaa kouluopetuksessa tieteellistä kokeellisuutta esille. Kokeellisuuden avulla tulisi tuoda paremmin esille esimerkiksi lukio-opetuksessa tutustumalla esimerkkien avulla tutkimukseen korkeakouluissa ja tutkimuksellisesti laajempien kokeellisten töiden avulla.

Aiemman tutkimuksen mukaan kokeellisuuden koetaan kehittävän oppijan ymmärtämistä käsitteiden ja menettelytapojen osalta samalla antaen tieteen tekemisen mahdollisuuden, kehittäen oppijan kykyjä tieteelliseen tutkimukseen (Hodson, 1996). Lukio-opetukseen tulisi tuoda esimerkkejä tieteellisen kokeellisuuden maailmasta tai esimerkiksi suorittaa vierailuja tiedettä harjoittaviin tahoihin.

6.4 Jatkotutkimusideoita

Tehty tutkimus on ollut ensimmäinen tutkimus kemian kokeellisesta opetuksesta kemian filosofian ja tieteen näkökulmasta. Opiskelijoiden käsityksiä kokeellisuudesta niin tieteen kuin myös kouluopetuksen puolella tulisi tarkastella ja tutkia lisää.

Nyt toteutetulla kvalitatiivinen tapaustutkimuksella saatiin selville joitain pääluokkia opiskelijoiden käsityksistä aiheesta. Aihetta olisi hyvin tärkeä tutkia jatkossa esimerkiksi laajemman otoksen avulla. Kyseinen aihealue on hyvin uusi tutkimusalue, joten olisi äärimmäisen tärkeää toteuttaa samasta aiheesta laajempi haastattelututkimus ja kyselytutkimus valtakunnallisesti.

Kokeellisuutta tarvitaan lisää opetukseen. Ne vievät aikaa teorian opetuksesta, joten näiden kahden osa-alueen tasapaino herätti opiskelijoissa pohdintaa. Mielenkiintoista olisi saada selville, olisivatko opiskelijat valmiita opiskelemaan kemiaa kokonaisuutena niin, että kaikki opetus lähtisi kokeellisuudesta käsin. Vastauksista oli havaittavissa, että opiskelijat kokivat tutuksi tietyn oppimiskaavan, jossa asioita opiskellaan "perinteisillä" tavoilla. Esimerkiksi lukemalla asia kirjasta, pönttämällä ja laskemalla sekä tämän jälkeen tarvittaessa tehden asiasta jokin kokeellinen työ, jolla pyritään syventämään tietoutta. Tämä sinänsä jo saattaa vaikuttaa samalla myös opiskelijoiden omiin käsityksiin siitä, että kokeellisuus tuntuu vievän paljon aikaa opetuksesta samalla, kun asioita on hyvinkin paljon opiskeltavana, kun taas todellisuudessa itse teoriaa saattaisi olla mahdollista opiskella suoraan oikeanlaisen kokeellisuuden kautta. Toisaalta mielenkiintoista olisi myös samalla selvittää, onko mahdollista, että tämä opiskelijoiden ajan pohtiminen heijastuu siitä seikasta, että kemian opinnoissa

lukion aikana on hyvin paljon asiaa, eivätkä he todellisuudessa koe oppivansa yhtä tehokkaasti kokeellisia töitä tehdessään kuin muilla tavoilla. Opettajan asenteella ja suhtautumisella kokeellisuuteen ja ajan vähyyteen saattaa olla myös vaikutusta opiskelijoiden käsityksiin. Myös tätä heijastusvaikutusta olisi hyvä tutkia tarkemmin.

Entä millaista kemian tulisi sitten olla tulevaisuudessa lukio-opinnoissa? Tällä hetkellä kemia tuntuu opiskelijoista usein hyvin abstraktilta tieteeltä ja hivenen vaikealta käsittää konkreettisesti. Kokeellisuus tuntuu olevan eräänlaisena siltana tässä kaikessa. Pitäisikö siis kemiasta tehdä jotakin, mikä olisi lähempänä arkipäivän elämää lähtökohdiltaan vai vain kehittää nykyisiä aihealueita entisestään? Pitäisikö kemian lukio-opintojen luonnetta muuttaa käytännönläheisemmäksi? Entä kuinka tämä olisi mahdollista? Asian tiimoilta tulisi tehdä tutkimusta. Mitkä ovat todelliset tavoitteet kemian lukio-opetuksessa ja millä niihin päästäisiin parhaiten?

Keskustelua ja tutkimuksia siitä kemian etiikasta ja kokeellisuudesta kouluopetuksessa tulisi olla entistä enemmän. Olisi hyvä kiinnittää erityistä huomiota kouluopetuksessa juuri siihen, että kemia on hyödyllistä ja erittäin tärkeä osa tätä yhteiskuntaa. Kokonaisuudessaan kemian etiikka kouluopetuksessa ja kokeellisuudessa kemian filosofian näkökulmasta on asia, jota tulisi tutkia enemmän.

6.5 Tutkimuksen merkitys

Tutkimuksessa saatujen tietojen perusteella kokeellisuus ja kemian filosofia tulisi huomioida paremmin opetuksen suunnittelussa. Kokeellisuutta on painotettu lukion opetussuunnitelman perusteissa jo nyt, mutta sitä tulisi painottaa entistä

enemmän. Kokeellisuus on osa kemiaa ja näin ollen sen tulee olla myös luonteva osa opetusta kaikissa osa-alueissa. Kokeelliset työt eivät saisi jäädä opetuksessa irrallisiksi asioiksi vaan ne tulisi saada yhdistettyä kokonaisuuteen niin, että myös opiskelijat ymmärtävät sen merkityksen. Erityisesti opetuksessa tulisi tuoda esille myös kokeellisuuden tavoitteellisuutta.

On tärkeää, että opettaja tuo oman ammattitaitonsa avulla opetukseen mielekkäitä ja teoriaa tukevia kokeellisia töitä. Jotta opettaja pystyy toteuttamaan opetukselle asetettuja tavoitteita mahdollisimman hyvin, tulisi kokeellisuutta painottaa myös opettajan koulutuksessa merkittävästi. Opettajankoulutuksessa ja opettajien täydennyskoulutuksessa kokeellisuus ja sen painottaminen sekä tavoitteellisuus tulisi tuoda entistä paremmin esille. Opettajien tulee myös kehittää jatkuvasti omaa ammattitaitoaan ja opetustaan. Tähän kehittämiseen tarvitaan myös tukitoimia, muun muassa täydennyskoulutuskursseja ja opetuspaketteja.

Tutkimuksen mukaan osalle opiskelijoita kokeellisuuden määrittäminen oli osittain haasteellista. Yleisesti ottaen kemiantieteeseen tutustuminen ja kemian pohtiminen tieteen näkökulmasta ovat asioita, joita tulisi tuoda esille enemmän opetuksessa. Mitä tieteellinen kokeellisuus on ja mitä kemistit todellisuudessa tekevät ovat asioita, joita tulisi käsitellä myös lukio-opinnoissa entistä perusteellisemmin. Näitä asioita ja tieteellistä lähestymistapaa tulisi painottaa enemmän myös lukion opetussuunnitelman perusteissa. Erityisen tärkeää on myös se, että opetussuunnitelman perusteiden asettamat tavoitteet toteutuvat valtakunnallisesti opetuksessa.

Tutkimuksen mukaan opiskelijat kokivat, että kokeellisuus on aikaa vievää. Pitäisikö siis kemian opiskelulle varata opetuksessa enemmän aikaa vai onko kemian lukio-opinnoissa liikaa asioita opiskeltavana siihen käytettävään aikaan verrattuna? Entä johtuuko kiireellisyys vain väärin asioiden painottamisesta?

LÄHTEET

Abell, S. K. & Smith D. C. 1994. What is science? Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16 (4), 475-487.

Aksela, M. 2005. *Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach*.
<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/kemia/vk/aksela/supporti.pdf>

Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Edita Oy

Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.). 2001. *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

Altunata, S. 2001. Chemistry and humanity. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 7, No . pp. 51-60.

Baird, D., Scerri, E., McIntyre, L. 2006. Introduction: The invisibility of chemistry. Teoksessa Baird, D., Scerri, E. & McIntyre, L. (toim.) *Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline*. Dordrecht : Springer.

Bennet, J. 2003. *Teaching and learning science –A guide to recent research and its application*. London: Continuum.

Bybee, R & DeBoer, G. 1994. Teoksessa: Gabel, L (toim.). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: National Science Teachers Assosiation.

Csikós, J., Aksela, M. 2007. Teoksessa: Aksela, M., Montonen, M (toim). *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen peruskoulusta korkeakouluhin*. Opetushallitus: Helsinki 2008.

Del Re, G. 2000. Models and analogies in science. *HYLE –International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 6, No. 1, pp. 5-15.*

Del Re, G. 2001 Ethics and science. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 7, No. 2, pp. 85-102.*

Duschl R., 1994, Research on the history and philosophy of science. Teoksessa: Gabel D. (toim.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: National Science Teachers Assosiation.

Edmondson, K. M. & Novak, J.D. 1993. The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching, 30 (6), 547-559.*

Elkana, Y. 1970. Science, philosophy of science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory, Vol. 2, 15-35.*

Elkana, Y. 2000. Science, philosophy of science and science teaching. *Science and education, 9, 463-485.*

Erduran, S. & Scerri, E. 2002. The nature of chemical knowledge and chemical education. Teoksessa: J. Gilbert, R. Justi, D. Treagust, O. De Jong & J. van Driel (toim.). *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Dordrecht: Kluwer.

Eriksson, J.-T. Oksat pois tiedon puusta. <http://www.tsv.fi/TTAPAHT/004/eriksson.htm>
Luettu 2.8.2007

Eskola, J. & Suoranta, J. 2001. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Jyväskylä:
Gummerus kirjapaino Oy.

Fairbrother, R. 2000. The role of practical work. Teoksessa: Monk, M. & Osborne,
J., 2000. *Good practice in science teaching - What research has to say*. Philadelphia:
Open University Press.

Gabel, L (toim.). 1994. *Handbook of research on science teaching and learning*. New
York: National Science Teachers Association.

Giere, R. N., Bickle, J. & Mauldin, R. F. 2006. *Understanding scientific reasoning*.
Belmont, CA: Thomson Wadsworth.

Green W., Elliot C. & Cummins R. 2004. "Prompted" inquiry-Based Learning in
the Introductory Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 8,1 No. 2.
239-242.

Hammersley & Foster. 2000. Introduction. Teoksessa Gomm, Hammersley &
Foster (toim.). *Case study method*. Key issues, key texts. London: Sage.

Hirsijärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2001. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.

Hodson 1996. Laboratory work as a scientific method: three decades of confusion
and distortion. *Journal of curriculum studies*. Vol. 28. 115-135.

Johnstone, A. H. 1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom what

they seem. *Journal of Computer Assisted Learning* 7(2), 75-83.

Justi, R. & Gilbert, J. 2000. History and philosophy of science through models: some challenges in the case of the atom. *International Journal of Science Education*. 22. 993 – 1009.

Ketonen, O. 1976. *Se pyörii sittenkin: Tieteenfilosofian peruskysymyksiä*. Porvoo: WSOY.

Kurki-Suonio, K. & Kurki-Suonio, R. 1994. *Fysiikan merkitykset ja rakenteet*. Helsinki: Limes ry.

Lavonen & Meisalo & al. *Kokeellisuuden työtavat*.

<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/index.htm>. Luettu 3.8.2007

Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V., Uitto, A. ja Byman, R. *Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa*. Soveltavan kasvatustieteen laitos, Helsingin yliopisto.

http://mirror4u.net/opettajat/Mirror6_luonnontiet.pdf. Luettu 8.7.2007

Laudan, L. 1977. *Progress and its problems: towards a theory of scientific growth*.

London: Routledge & Kegan Paul.

Lederman, N. G. 1992. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Matthews, M. 1994. *Science teaching: The role of history and philosophy of science*.

London: Philosophy of education research library.

Millar, Le Maréchal & Tiberghien. 1999. "Mapping" the domain – varieties of practical work. Teoksessa: *Leach & Paulsen Practical work in science education – Recent research studies*. Frederiksberg: Roskilde University Press.

Monk, M. & Osborne, J. 2000. *Good practice in science teaching - What research has to say*. Philadelphia: Open University Press.

Monk, M. & Dillon, J. 2000. The nature of scientific knowledge. Teoksessa: Monk, M. & Osborne, J., 2000. *Good practice in science teaching - What research has to say*. Philadelphia: Open University Press.

Niiniluoto, I. 2002. *Johdatus tieteenfilosofiaan – käsitteen ja teorian muodostus*. Keuruu: Otavan kirjapaino.

Näsäkkälä, E., Flinkman, M. & Aksela, M. 2001. *Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen koulussa*. Helsinki: Opetushallitus 2001.

Opetushallitus. 2003. *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Helsinki: Opetushallitus.

Ostrovsky, V.. 2005. Towards a Philosophy of Approximations in the 'Exact' Sciences. *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 11, No.2 pp. 101-126*.

Oversby, J. 2000. Models in Explanations of Chemistry: the Case of acidity. Teoksessa: Gilbert, J.K. & Boulter, C.J. *Developing models in science education*. Netherlands: Academic Publishers.

Peltonen, M. & Ruohotie, P. 1992. *Oppimismotivaatio – Teoriaa, tutkimuksia ja esimerkkejä oppimishalukkuudesta*. Keuruu: Otava.

Puolimatka, T. 1995. *Kasvatus ja filosofia*. Rauma: Kirjayhtymä.

Ruohotie, P. 1998. *Motivaatio, tahto ja oppiminen*. Helsinki: Oy Edita Ab.

Robinson, W.R., 2003. Chemistry Problem-Solving: Symbol, Marco, Micro and Process Aspects. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, No. 9, 978.

Ryan, R. & Deci, E. L. 2000. Intrinsic and Extrinsic Motivations – Classic. Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 25, Issue 1, 54-67.

Saari, H. 2000. *Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan perusopetuksessa*. University of Joensuu. Department of Physics. Väisälä Laboratory.

Saarinen, H. 1998. Kemian kouluopetus ja ylioppilastutkinto. Teoksessa: Lavonen, J. & Erätuuli, M. (toim.), *Tuulta purjeisiin, Matemaattisten aineiden opetus 2000-luvulle*. Opetus 2000- sarja. Jyväskylä: Atena kustannus.

Salovaara, H. 1997. *Konstruktivismi*. <http://wwwedu.oulu.fi/okl/lo/kt2/wkonstr.htm>
Luettu 7.12.2007

Scerri, E. & McIntyre, L. 1997. The Case for the Philosophy of Chemistry. *Synthese*, 111, 213 –232.

Scerri, E. 1996. Teoksessa: Baird, D., Scerri, E. & McIntyre, L. (toim.) *Philosophy of chemistry: Synthesis of new discipline*. Dordrecht : Springer.

Schummer, J. 2001. Ethics of chemical synthesis. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 7, No. 2, pp.103-124*.

Schummer, J. 2006. The philosophy of chemistry: from infancy toward maturity. Teoksessa Baird, D., Scerri, E., & McIntyre, L. (toim.) *Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline*. Dordrecht : Springer.

Schummer, J., Bensaude-Vincent, B., Van Tiggelen, B. 2006. Special issue on "Public image of chemistry". *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 12, No.1, pp. 3-4*.

Shiland, J. 1999. Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education, Vol. 76, issue 1, 107-109*.

Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1994. *Laadullisen tutkimuksen työtapa*. Helsinki: Kirjayhtymä.

Tobin, K. & Garnett, P., 1988. *Science education, Vol. 72, No. 2, 197-208*. (Luettu teoksesta Edwards, D., Scanlon, E., West, D. (toim.), 1993. *Teaching, learning and assessment in science education*. London: Athenaeum Press Ltd., Newcastle-upon-Tyne.

Tontini, A. 1999. Developmental aspects of contemporary chemistry. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 5 (1999) No.1, pp. 57-76*.

Tontini, A. 2004. On the limits of chemical knowledge. *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 10, No.1, pp. 23-46.

Torn, E. *Kasvatustiede: Kemia on kivaa. Tutkimus luonnontieteellisesti lahjakkaiden peruskoulun 9. luokkalaisten käsityksistä kemian opetusjärjestelyistä.*

<http://notes.helsinki.fi/halvi/tiedotus/vanhatvaitokset.nsf/504ca249c786e20f85256284006da7ab/764cac083dff3af7c2256f7b002c6131?OpenDocument> Luettu 2.7.2007

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Van Brakel, J. 2006. Kant's legacy for the philosophy of chemistry. Teoksessa: Baird, D., Scerri, E., & McIntyre, L. (toim.) *Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline*. Dordrecht : Springer.

Watson, R., 2000. The role of practical work. Teoksessa: Monk, M. & Osborne, J., 2000. *Good practice in science teaching - What research has to say*. Philadelphia: Open University Press.

Vesterinen ,V-M., Aksela, M., Sundberg, M. 2007. Kemian filosofia opetussuunnitelmien perusteissa. *Dimensio*. 3/07. 26-29

Yli-Luoma, P. Y. J. 2003. *Hyvä opettaja*. Sipoo: IMDL Oy.

LIITTEET

Liite 1: Teemahaastattelun kyselyrunko

Liite 2: Haastattelu 1

Liite 3: Haastattelu 2

Liite 4: Haastattelu 3

Liite 5: Haastattelu 4

Liite 6: Aineistolähtöisen sisältöanalyysin koonti ja taulukointi

Liite 1: Teemahaastattelun kysymysrunko

Ø Sisältö: Taustatiedot & Kokeellisuuden hyödyllisyys ja ymmärtäminen sekä merkitys ja tavoitteet opiskelijalle (jaettuna kahteen "pääteemaan")

§ Tavoitteet lukio-opetuksessa kemian ja kokeellisuuden näkökulmasta

§ Koulukokeellisuuden ja tieteen kokeellisuuden erojen kokeminen

1. Taustatiedot:

- Ikä?
- Oletko opiskellut kemiaa jossakin muualla ennen tätä syksyä kemian laitoksella? Jos olet niin missä?
- Milloin on kirjoittanut ylioppilaaksi?
 - Oletko kirjoittanut kemian reaalissa?
- Missä koulussa kävit lukion?
- Montako lukiokurssia on opiskellut?
- Oliko lukiopinnoissasi mielestäsi paljon kokeellisuutta?
 - Minkälaista kokeellisuutta? Kuinka usein?
 - Oliko kokeellisuutta mielestäsi riittävästi? Miksi?

2. Tavoitteet lukio-opetuksessa kemian kokeellisuuden näkökulmasta

- Miksi mielestäsi lukiossa tehdään kokeellisia töitä?
 - Onko mielestäsi vielä muita tavoitteita?
- Toiko opettajasi esille kokeellisuuden tavoitteita?

3. Koulukokeellisuuden ja tieteen kokeellisuuden erojen kokeminen

- Miten koulukokeellisuus eroaa tieteellisestä kokeellisuudesta mielestäsi?
 - Entä mitä samaa mielestäsi niissä on?
 - Mitä eroavaisuuksia mielestäsi niissä on?

Liite 2: Haastattelu 1

Haastattelija: Kerrotko ekaks mitäs, kuinka vanha sä oot?

Opiskelija: Nii, mä oon nyt 19, aika nuori näistä.

H: Ootko opiskellu kemiaa jossakin muualla ennen tätä syksyy kemiaan laitoksella?

O: En missään.

H: Et missään

O: Tää oli iha ensimmäinen kerta.

H: Öö millon oot kirjottanut ylioppilaaks?

O: No justiinsa tossa keväällä 2007

H: Ootko kirjottanut kemiaan ainereaalissa?

O: Kyllä, mut mutta ylimääräisenä.

H: Ylimääräsenä joo. Muistatko arvosanaa tai?

O: Muista. Se oli siinä c:n paikkeilla.

H: Joo.

H: Missä kävit lukion?

O: Tuolla vantaalla. Martinlaakson matemaattisluonnontieteellinen painotteinen.

H: Montako kemiaan lukiokurssia ehdit siellä opiskelemaan?

O: Neljä kurssia plus toi kertauskurssi.

H: Ööm oliko lukio-opinnoissa sun mielestä paljon kokeellisuutta?

O: Ei. Ei oikein. Ei niille ollut oikein aikaa. Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratorioitöitä tehdä. Täällä pitää enemmän tehdä niitä hommia.

H: Aivan

H: Mitä sun mielestä kokeellisuus on?

O: No, se on sellasta, että tutkitaan noit kaikkii vaikka, että mitä tossa mineraalissa on tai sittenet pistetään vaikka hiivaa ja tutkitaan miten se käyttäytyy jos sille annetaan vaikka sokeria seuraks.

H: Entä sitten nimen omaan koulussa? Niin, onks erilaisia kokeellisuus muotoja olemassa esimerkiksi?

O: Koulussa, varsinkin tuolla ala, ala- ja lukioden välissä se on aika pientä. Ei siellä oikein huomaa. Siellä vaan et annetaan jokin jotakin etikkahappoo vaikka 10 prosentista ja siinä se vaa tutkitaan vaan sitten. Eikä juuri sen kummempaa oo tutkittu.

H: Öö, oliko sun mielestä kokeellisuus riittävää?

O: Ei kyllä ollut. Meillä se valu toho justinsa tuonne kertauskurssille ja silloin varsinkin tuli todella kiire.

H: Öö, minkälaista kokeellisuutta sä oisit sit ehkä halunnu lisää sinne?

O: No vaikka että oltais tutustuttu enemmän toho epäorgaaniseen kemiaan. Ku et nytte vaa tutustuttiin kaikkiin näihin liuoksiin. Tai siis tuolla, noihin, melkei orgaanista puolta tuli lukion puolella enemmän

H: Joo.

H: Öö, miks sun mielestä lukiossa ylipäättänsä tehdään kokeellisia töitä?

O: No tavallaan se olis kyllä hyvä jos sinne sais hieman enemmän sinne sitä kokeellisuutta sinne. Nytkin on hieman hankalaa ne siirtyy, ne tulevat abit niin tänne kemian laitokselle ni sitten laboratoriotöitä on tehty niin vähän ni sa, sit tääl o iha pihalla muuten.

H: Entä, entä sitten muut ryhmät, jotka eivät välttämättä tule jatko-opinnoissa tarvitsemaan?

O: No tuota, no ainakin ensisijaisesti noille TKKlaisille ja yliopiston kemian laitoksen osastoille pyrkivillelle ni on tärkeää. Ni ehkä kuitenkin muilleki jää sellane kuva, sellane jonkinlainen kuva et mitä täällä tehdään. Se on sitä tärkeintä.

H: Joo, öö, entä näät sä et onks siellä jonkinnäkösii muita tavoitteita olemassa vielä sil kokeellisuudella siel koulussa?

O: No ainaki nähdään sitte viel vaik et miten sellane käyttäytyy ku kerrotaa vaan että joo tämä niin vapauttaa kaasua vaikka et jos avaa limsakorkin pullon ni sitten jos ite sais avata sen ja kokeilla ni ehkä sitten tajuais sen paremmin.

H: Entä toiko sun mielestä sun opettaja esille sen kokeellisuuden tavoitteet missään vaiheessa?

O: No tota yritti ainaki, mutta ku aikaa oli nii vähä niin se jäi kyllä aika melko pieneks.

H: Öm, mitten koulukokeellisuus eroaa tieteellisestä kokeellisuudesta sun mielestä?

O: No tieteellisessä se varmaanki enemmänki pyritään luomaan uusia yhdisteitä ku taas koulussa vaa tutkitaan jotaki yksinkertasempia yhdisteitä. Ni naikka etsitään, tai no, keskitytään enemmän sit vaik happo-emästitrauksiin. Ei siinä paljoo, juurikaan, jostain vaa katotaa et miten ne on joskus saatu toteutettua. Lukiossa ei juurikaan kehitetä mitään omaa.

H: Öö, keksitkö jotaki muita eroavaisuuksia vielä?

O: Mm, en kyllä nytten tule muuta mieleen.

H: Entäs jotakin mitä niissä olis samaa?

O: En, en ole kyl, en ole kyllä huomannut mitään samanlaisia asioita

H: Ö, näätkö sä sit jotain positiivista tai negatiivista esimerkiksi koulukokeellisuudessa verrattuna siihe tieteelliseen kokeellisuuteen?

O: No ainaki se, että saa noi oppilaat tutustettuu, tutuks sen kokeellisuuden kanssa et jos vaik myöhemmin sit pyrkii korkeakouluihi ni sit ainaki vähä hahmottaa jo miten toimia.

H: Joo, miten sun mielestä tuolla tieteellisellä kokeellisuudella tarkoitetaan?

O: Mmm, enemmänki varmaa sillai et, yhteiskunnalle jotai pitää valmistaa uusia materiaaleja ja sitte auttaa kaikkie lääkkeiden valmistuksessa. Se on enemmänki tällasta hyötyy, hyötyyn käytettävää.

H: Ku sit taas verrattuna koulussa

O: Jossa niin, ainoastaan näytetään vaa oppilaille et miten. Nii, ny tai arkipäiväasiat, vaik et miten et jos vaikka tiputtaa jotaki suolaa veteen et miten se liukenee. Et ei ton kummempia, yksinkertasia esimerkkejä voi olla.

H: Tuleeko sulle mieleen jotaki muuta mitä ehkä jäi sanomatta tai noista kysymyksistä vielä loppuun?

O: No tota, kyllä noille pitäis enemmän nii jotenki saada noita laboratoriokursseja järjestettyä jo lukiossa ni saa paremmin tota kokeellisuutta esille

H: Selvä. Kiitos paljon.

Liite 3: Haastattelu 2

Haastattelija: Eli alotellaan. Mm. Kerrotko ensin, että kuinka vanha sä oot?

Opiskelija: Oon 19.

H: Ja, ootko opiskellu kemiaa jossaki muualla ennen tätä syksyä Kemian laitoksella?

O: En oo.

H: Joo. Entä millon oot kirjottanu ylioppilaaks?

O: Keväällä 2007

H: Ihan tuore siis.

O: Joo.

H: Ootko kirjottanu kemian ainereaalin?

O: Oon, kahteenki kertaan.

H: Ootko millonka suorittanu?

O: Ensimmäisen kerran syksyllä -06 ja sit uudestaan keväällä 2007.

H: Menikö hyvin?

O: Jäin pisteen päähän E:stä tai jotain. Et jouduin tulee pääsykokeeseen et pääsin kemiaa lukee.

H: Öm, missä koulussa kävit lukion?

O: Helsingin matematiikkalukiossa.

H: Entäkö, montako kemian lukion kurssia oot opiskellu?

O: Öö, 6 tai 7, ku mä en tiiä et oliko se yks niinku virallisesti lukion kurssi vai ei. Mut seitsemän kurssia mul on merkitty kemiasta.

H: Muistatko minkälaisia ne kurssit oli, muut ku ne peruskurssit?

O: Joku työkurssi ja sit mä sain yhen kurssi ku mä kävin uuden opetussuunnitelman mukasesti yhen kurssin kertaavana kurssina. Mä en tiiä siit kurssista et oliko se lukion opetussuunnitelmaa vai mikä.

H: Entä oliko sun lukio-opinnoissa paljon kokeellisuutta sun mielestä?

O: No oli siellä aika paljon.

H: Mitä sun mielestä koulukokeellisuus on?

O: No et pääsee ite tekee labrassa jotai yksinkertasi labroi et havainnollistaa sitä mitä o opeteltu. 2-3 labraa per kurssi. Sit labrakurssis pelkkii labroi.

H: Joo. Oliko sit jo, jonkin muun sorttista kokeellisuutta?

O: Öö, no jotaki et opettajal saatto olla jotaki aineit mukana ja näyttää luokassa sit viel lisäksi et niil tehää jotaki.

H: No entä sitte oliko sun mielestä kokeellisuutta riittävä- riittävästi?

O: No oli sitä kyl sillee et ei sitä ois ehtiny tekemään enempää ku sit ei ois ehtiny käymää läpi sitä teoriaa et mist oikestaan on kyse ku katotaa jotaki reaktioo jostaki.

H: Joo.

O: Oli sitä tarpeeks et sai käsityksen siitä miten se, mitä o luettu kirjasta liittyy käytännön asioihi.

H: Oliko teillä sitte kokeellisuutta joka aiheesta aina? Mitä käsittelitte?

O: Melkein. Jopa jostaki ainemäärästä opettaja kanto mukana sen yhden moolin yhtä ainetta ja moolin toista ainetta ja katottiin et toinen näyttää olevan aika paljon enemmän vaikka niitä on yhtä monta molekyyliä.

H: No, entä miks sun mielestä lukiossa tehdään kokeellisia töitä?

O: No varmaa siks et se kuuluu kemiaan. Et ei kemiasta voi saada oikeeta kuvaa jos ei tee kokeellisii töitä. Et jos vaa lukee kirjasta ni siit saa iha erilaisen kuvan kemiasta tieteen alana.

H: Tuleeks sulle mieleen mitään muita tavoitteita?

O: En osaa selittää tarkemmin.

H: Kokeile jotenkin, iha omin sanoin.

O: Voiks sanoo kysymyksen uudestaan.

H: Eli, ö, onks sun mielestä koulukokeellisuudella jotaki, tai mitä tavoitteita sillä on?

O: Ainaki, ootas, käytännön esimerkkei jostaki mitä o opiskeltu ja sit syvennetään sit et ei vaa lueta kirjasta ja opetella ulkoo et ahaa alkoholi reagoi tällei ja hapettuu tällei vaa katotaa ehkä myö mite sitä pystytää tutkimaan ja mitä siit o hyötty.

H: Tuleeks sulle mielee jotai muita seikkoja?

O: En mä ny oikee tiiä. Siin o kai ne pääasiat et saa syvemmän kuvan siitä mitä ollaa tekemässä ja miten se liittyy käytännön sovellutuksiin.

H: Entä toiko sun mielestä opettaja esille ne kokeellisuuden tavoitteet?

O: No kyl me ku me saatiin ain ne paperit mis o selitetty mitä tehdään ja miten ni siin kyl kans oli kan et vähä minkä takii tämmöne tehään. Ni sit jotenki toi äskönen esimerkki toi alkoholin hapettuminen ni siin oli kans selitetty et niinku mihin sitä et siit saa sen jonku ketonin tai tämmösen ja sitä tutkitaa tällei. Siin oli kyl vähä selitetty et minkätakii näin.

H: Mm. Entä miten sun mielestä koulukokeellisuus eroo tieteellisestä kokeellisuudesta?

O: No, en mä tiiä erooks se nii hirveesti. Koulussa on ehkä yksinkertasempii sillee tukemaan sitä mitä o luettu et tieteellisessä voi vähä enemmän tutkia sillee asiat vähä sen pohjalta. Kuitenki niinku koulussa tulee samalla tavalla ja sitä käytetään ehkä enemmän esimerkkinä jostakin reaktiosta tai jotakin kuitenkin.

H: Mitä sun mielestä tieteellinen kokeellisuus on?

O: Ö, lukiolaiselle varmaan et joku yliopiston professori tutkii jotakin uutta asiaa mist kukaa ei viel tiedä mitään. Et se o vähä enemmän, en mä tiiä edelleenkä iha tarkkaan et mitä se on.

H: Ö, entä mitä mieltä tai mitä sun mielestä koulukokeellisuudessa ja tieteellisessä kokeellisuudessa sitte on iha konkreettisesti samaa?

O: No varmaa ainaki jotaki menetelmii. Käytetään indikaattoreita ja niinku yliopistossaki käytetään jotakin indikaattoreita ku seurataan reaktion kulkua ja muuta. Samoja menetelmiä ja sillee. Sit lukiossa o vähä helpommalla tasolla.

H: Tuleeks sulle mieleen vielä jotai muuta?

O: Ei tuu mieleen mitään muuta.

H: Okei. Entä mitä eroavaisuuksia sun mielestä niissä on sit iha konkreettisesti?

O: No ainaki se et lukiossa on helpommat esimerkit ja sillee. Kait sillee et lukiossa ehkä tehhä niit enemmä esimerkkinä jostakin ja havainnollistetaan et mitä o opeteltu. Ku taas yliopistoo ku mieltii ni onha siinäki vähä samat tavoitteet. Siel se menee syvemmälle, pitää mieltii enemmä niitä minkä takii jotaki tapahtuu ku lukiossa sen saa suunnilleen valmiiks kurssilla et tämmönen reaktio tehdään ja tämmöstä tapahtuu tämän takia.

H: Öö, entä tuleeks sulle mitään tähä aiheeseen liittyen mitä haluisit sanoo tai jäi sanomatta esimerkiks.

O: Ei kai.

H: Ei? Kiitos.

Liite 4: Haastattelu 3

Haastattelija: Ensimmäiseksi kysyisin hivenen että kuinka vanha sä oot?

Opiskelija: Mä oon 19.

H: Joo-o. Entä ootko opiskellu kemiaa jossaki muualla ennen tätä syksyä kemian laitoksella?

O: En oo. Paitsi lukiossa tietty.

H: Öö. Millo oot kirjottanu ylioppilaask?

O: 2007 keväällä.

H: Ootko kirjottanu silloin kemian ainereaalini?

O: Joo.

H: Menikö hyvin?

O: Ei.

H: Mä meen uusii sen nyt kevääl.

O: Okei.

H: Missä koulussa sä kävit lukion?

O: Helsingin luonnontiedelukiossa.

H: Entä montako kemian lukion kurssii sä opiskelit?

O: 6, vaan.

H: Okei. Muistatko mitä ne kurssit käsitteli?

O: No ykkös oli semmone yleinen kurssi, kakkonen oli orgaaninen, kolmonen oli tää mis o kaikkii näit sähköjuttuja, nelonen oli mis oli happoja ja happovakioita ja sen sellasia. Sit vitonen oli kertauskurssi ja sitte se yks oli semmonen ylimääräinen jos oli niinku biokemia.

H: Joo. Aiheena. Mut muuten iha niinku luento, niinku koulukurssi kuitenkin.

O: Joo. Ja me oltii sillo paljo labroissa.

H: Entä oliko sun mielestä lukio-opinnoissa paljon kokeellisuutta?

O: No jonkun verran, mut ois sitä voinu ehkä enemmänki olla.

H: Mitä sun mielestä koulukokeellisuus on?

O: Se on sitä et tota just näytetään niinku et. Meille opetettiin tää, nää lämpöjutut sillee et on, annettiin kaks minigrip-pussia ja toiseen pistettiin toisii ja toiseen piti kokeilla et toine o kylmä ja toine kuuma. Se oli hirveen havainnollistava.

H: Joo.

O: Sit piti itte päätellä et kumpi o eksoterminen ja kumpi o endoterminen.

H: Öö. Entä jos sä mietit sitten muita. Oliko sit jonkilaista muunlaista kokeellisuutta?

O: Mm. Me tehtiin, me tehtiin just jotain estereitä orgaanisella kurssilla ja sitte meille näytettiin myös kaikkii niinku ettei itse voinu tehdä, ne oli nii vaarallisia.

H: Joo, niinku opettaja näytti.

O: Niin

H: Joo. Entä kuinka usein suurin piirtein niitä tehtiin? Tai kokeellisuutta tehtiin?

O: No ehkä pari kolme neljä kertaa kurssin aikana. Mä en oo iha varma. Se vähä riippu kurssista.

H: Joo. Mä en tiiä, vastasitko sä ehkä jo, mut olis oliko sun mielestä sitä tarpeeks ja miks?

O: Ei sitä ollu. Sitä o nii hauska tehdä käsillä ja näkee miten se käytännössä toimii.

H: Joo. Öö, entä minkä takia sun mielestä lukiossa tehään kokeellisia töitä?

O: No et ihmiset oppis ja näkis miten toimii.

H: Onks sun mielestä muita tavoitteita?

O: No en mä tiiä onks. Ehkä yleissivistävyys, sehä o lukion päätavote.

H: Aivan. Mm. Entä toiko sun opettaja esille ne kokeellisuuden tavoitteet.

O: Mm. No se vähä riippuu. No joskus, ei aina.

H: Millä tavalla esimerkiksi?

O: No just se endoterminen ja eksoterminen.

H: Joo. Entä miten sun mielestä koulukokeellisuus eroaa tieteellisestä kokeellisuudesta?

O: Jaa. No koulussa vaa sillee katotaa että niinku näin tää menee ja tieteessä ehkä et enemmi niinku kokeillaan et miten se vois mennä myös, etitään uusia tapoja.

H: Mitä sun mielestä tieteellisellä kokeellisuudella tarkotetaan?

O: No just sitä että kokeillaan kaikkee uutta. Ja sit jos löydetää jotai uutta ni tutkitaa sitä tarkemmin ja voi löytää jostaki vanhastaki iha uusii puolii.

H: Entä mitä samaa koulukokeellisuudessa ja tieteellisessä kokeellisuudessa sun mielestä o iha käytännössä?

O: Jaa. No kai niissä jotai samaa on. Käytetään. Perjaatteessa ne reaktiot toimii kuitenkin iha samalla tavalla. En mä tiiä. En mä osaa vastata tähä mitenkää hirveen hienosti.

H: Okei. Ei tarviikkaan. Iha omin sanoin. Entä mitä eroavaisuuksia? Osaaks sää viel ajatella?

O: No just se että koulussa niinku katotaa että näin se menee. Koulussa harvemmin aletaan ettii mitään iha uusia tapoja tehdä asioita.

H: Entä sitte se, niinkun, suoritustapa?

O: Koulussa se on paljon epätarkempi. Kyl sen niinku iha heti ku tänne tuli et kaikki o paljo tarkempaa.

H: Tuleeks sulle mieleen muuta muuta mitä haluisit kertoa aiheesta?

O: Ei. En mä tiiä. Ei mul mitää ihmeellistä aiheesta oo.

H: Ei mitään hyviä tai huonoja sanottavia koulukokeellisuudesta.

O: No ei. Olihan se, voishan sitä olla enemmän. Se on kuitenkin kauheen hyvä tapa opettaa.

H: Joo. Aivan. Kiitoksia.

Liite 5: Haastattelu 4

Haastattelija: Elikä, ekaks mä kyselisin sun ikää. Kuinka vanha oot?

Opiskelija: 20.

H: Ootko opiskellu kemiaa jossakin muualla ennen tätä syksyä kemian laitoksella?

O: En. Tää o eka paikka.

H: Joo. Millo sä oot kirjottanu ylioppilaaks?

O: Keväällä 2006

H: Entä kirjoititko kemian reaalissa?

O: Joo. Matikka, fysiikka, kemia.

H: Menikö hyvin?

O: Joo, meni. Pääsin suoraan sillä opiskelemaan.

H: Joo, niin just. Entä missä koulussa sä kävit lukion?

O: Savitaipaleella. Savitaipaleen lukiossa.

H: Okei. Öö. Montako kurssia kemiassa sä lukiossa opiskelit?

O: En tarkkaan muista, mutta sanoisin ehkä viis, viis-kuus, sitä luokkaa.

H: Joo. Neljä tais olla pakollisii varmaankin. Oliko, muistatko?

O: Yks pakollinen.

H: Niin just, yks pakollinen ja sit jos neljä oli niitä tai kolme niitä muita. Oliko teillä jotaki työkurssia tai?

O: Joo yks työkurssi oli.

H: Joo. Onks sit ollu jotaki kertauskurssia sit lisäks tai jotain.

O: En muista. En osaa sanoa.

H: Joo, mutta sen työkurssin oot käyny kanssa.

O: Joo.

H: Joo. No sä voit miettiä niinku tätä koko kokonaisuutta kemian kursseista ja sit vaik sit eritellä noissa vastauksissa jos sä koet nimen omaan siin

kokeellisuuskurssissa on ollu erilaista niinku niihi muihin niinku varmaa ehkä on ollutkin.

H: Mitä sun mielestä koulukokeellisuus on?

O: Koulukokeellisuus? Tää on iha uus sana mulle.

H: Kokeellisuus koulussa.

O: No jos ajatellaan kemiaa niin, kokeillaan reaktioita koulussa omilla käsillään. Eikä mitenkään paperilla.

H: Joo.

O: Vaan aineilla.

H: Onks se sun mielestä sitä et oppilas pääsee ite kokeilemaan?

O: Joo. Pääasiassa. Ehkä myös sitä, että opettaja näyttää luokan edessä. Mutta enimmäkseen sitä, että oppilas pääsee ite tekemään.

H: Joo. Entä oliko sun mielestä sun kemian opinnoissa lukiossa paljon kokeellisuutta?

O: Ei ollu paljoa. Se oli se yhdessä kurssissa oikeestaan tehtiin ainoastaan. Ja se olik sellane mielenkiintonen joka herätti mielenkiintoa kemiaan, just se kurssi.

Aiemmin oli ollu vähä tylsää sillee et pelkästään paperilla pyöritellään numeroita. Sitte ku pääsi ite tekemään ni sit se oli mielenkiintosta

H: Joo. Olik niillä muilla kursseilla sitte ollenkaan kokeellisuutta?

O: Joo. Jotai iha vähä sillee et opettaja näytti luokan edessä pari ainetta ehkä ja .

H: Joo.

O: Jotai tapahtu. Mutta ei, ei sen enempää.

H: Eikä kovin usein.

O: Ei. Pääasiassa se oli just laskemista.

H: Joo. Entä miten sit se työkurssi. Olik siel kuinka, se oli pelkästään kokeellisuutta?

O: Joo. Se oli pelkästään. Ja sitte muistaakseni vähä laskettiin että mitä ois pitäny tulla ja jotain tällasta pientä.

H: Joo. Koet sä et ne laskut oli kuitenkin osa sitä kokeellisuutta? Et ne niinku oli yhteydessä niihi töihin?

O: No sillo aika vähän, että se kokeen tekeminen tai reaktion tekeminen oli niinku pääasiassa ja laskut oli vaa vähä niinku sivuhomma.

H: Joo. Entä minkälaista kokeellisuutta siin kurssil sitte oli.

O: No siellä tehtiin. No, titrausta mm. ja tehtiin sitten buranaa ja asetyylisalisyyhappoa ja synteesejä.

H: Joo. Oisko sun mielestä kokeellisuutta saanu olla lisää tai vähemmän?

O: No mun mielestä sitä ois voinu olla enemmän, koska se oli nii mukavaa.

H: Joo. Entä tuleeks sulle mieleen muita syitä ku että se oli kivaa tai mukavaa?

Miksi?

O: No, siinä pääs näkemään konkreettisesti niitä laskuja ja ne laskut o sitte oikeesta maailmasta. Mutta toisaalta ei tietysti lukioilla välttämättä oo sellasia resursseja niinku yliopistoilla niinku täälläki selvästi on, niinku on tääl on hyvin näitä labrotoriotöitä ihan eri tavalla ku lukiossa.

H: Aivan. Entä miks sun mielestä lukiossa tehään kokeellisia kemian töitä?

O: Mm. Varmaan vähä niinku sille et lisätään kiinnostusta kemiaa kohtaan ja sit toisaalta näytetään että minkälaista se olis, vois ehkä olla ehkä työelämässä.

Annetaan pikkunen pala, näytetään pien pala siitä ja sitten laskuthan ne on helpompi järjestää. Ei tarvita mitään astioita tai mitään astioita, aineita. Paperia vaan.

H: Entä tuleeks sulle mieleen vielä muita kokeellisuuden tavoitteita jos aattelet?

O: No eipä oikeastaan.

H: Joo-o. Entä toiko sun opettaja esille kokeellisuuden tavoitteet? Miks niitä tehdään?

O: No ei se varmaan tuonut ku mä en muista ainakaan niitä. Ei tuonu tarpeeks hyvin sitte. Minussaha ei oo vikaa.

H: Entä miten koulukokeellisuus eroaa tieteellisestä kokeellisuudesta sun mielestä?

O: Koulukokeellisuudessa pääasiassa näytetään reaktio ja näytetään se koe. Tieteellisessä taas tutkitaan ja siitä saadaan joitain tuloksia joita voidaan käyttää edelleen.

H: Entä jos haluat vielä avata edelleen et mitä sun mielestä tieteellisellä kokeellisuudella sitten tarkotetaan?

O: No, se on uusien aineiden tutkimista tai sitten tunnettujen aineiden valmistamista.

H: Joo. Entä sitten jos sä mietit sitten koulukokeellisuutta ja tieteellistä kokeellisuutta ni käytännön kannalta mitä samaa niistä vois löytää?

O: No. Varmasti niissä käytetään samoja aineita tai ainakin no mekanismi on sama, mutta sitten valmistumenetelmä on sama tuskin. Teollisuudessa on tärkeetä saada paljon vähällä, puhasta. Niin, aivan erilaiset kuitenkin työvälineet.

H: Niin. No, jatka vaikka niistä eroavaisuuksista mitä kaikkea eroavaisuutta niissä sit on jos mietit?

O: Niin no, teollisuudessa tuotetaan paljon ja yritetään saada mahdollisimman puhdasta, mutta koulussa taas yritetään vaan saada reaktio syntymään ja käytetään mahdollisimman vähän sitä ainetta, että nähdään mitä tapahtuu, miten tapahtuu.

H: Entä sit jos sä mietit esimerkiks täällä kemian laitoksella, täällä tieteellinen kokeellisuus verrattuna koululuokassa.

O: Lukiossa?

H: Niin.

O: No täällähän se on paljon tieteellisempää jo. Et on vetokaapit ja tislauslaitteistot ja ja yritetään saada sitä puhdasta ainetta. Lukiossa se puhtaus nyt ei mun mielest, ku siel ei sitä ny pystyny tutkimaanakaan. Ehkä värin perusteella, mutta ei muuten. Siellä lukiossa oli tarkoitus saada jotain aikaan sillä kerrotulla menetelmällä. Täällä sitten tosiaan pitää myös todeta, että on haluttua tavaraa.

H: Joo. Eli varmaan sitte ehkä, oisko niissä tavoitteissa sitten myös.

O: Joo. Eli lukiossa taas sen reaktion ku saa aikaan ja näkee et jotain tapahtuu ja täällä sitten taas tarkoitus on että miten tapahtuu ja miten saadaan mahdollisimman hyvää ainetta.

H: Joo. Koet sä et sulla jäi sanomatta jotakin noista aikasemmista kohdista? Tai haluatko kommentoida jotenkin muuten aihetta?

O: No eipä mulla tässä.

Liite 6: aineistolähtöisen sisältöanalyysin koonti ja taulukointi

Kysymykset 1-3 kartoittivat haastateltavien kokemuksia koulukokeellisuuden määrästä sekä sitä, kuinka ja minkälaisena he kokevat koulukokeellisuuden yleisesti ottaen.

Kysymys 1: Oliko lukiopinnoissasi mielestäsi paljon kokeellisuutta?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
Ei kyllä ollut. Meillä se valu toho justinsa tuonne kertauskurssille ja silloin varsinkin tuli todella kiire.	Ei ollut	Ei ollut
No oli siellä aika paljon.	Oli aika paljon	Oli aika paljon
No jonkun verran, mut ois sitä voinu ehkä enemmänki olla.	Oli jonkun verran	Oli jonkin verran
Ei ollu paljoa. Se oli se yhdessä kurssissa oikeestaan tehtiin ainoastaan.	Ei ollut paljon.	Oli jonkin verran

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Oli aika paljon

Oli jonkin verran

Ei ollut

Perusteluita vastauksille:

”Ei niille ollut oikein aikaa.”

”Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratoriotöitä tehdä.”

”2-3 labraa per kurssi. Sit labrakurssis pelkkii labroi.”

”ois sitä voinu ehkä enemmänki olla.”

”Se oli se yhdessä kurssissa oikeestaan tehtiin ainoastaan.”

”Ja se olik sellane mielenkiintonen joka herätti mielenkiintoa kemiaan, just se kurssi.”

Kysymys 2: Kuinka paljon kokeellisuutta oli? Oliko sitä riittävästi?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
Ei niille ollut oikein aikaa.	Ei ollut aikaa kokeellisuudelle	Ajan puute kokeellisuudessa.
Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratorioitöitä tehdä.	Teoriapainotteista eikä ehdi tekemään laboratorioitöitä	Ajan puute kokeellisuudessa. Teoriapainotteista.
Oli sitä kyl sillee et ei sitä ois ehtiny tekemään enempää ku sit ei ois ehtiny käymää läpi sitä teoriaa et mist oikestaan on kyse ku katotaa jotaki reaktioo jostaki.	Oli sen verran mitä aikaa riitti, teoriaan käytettävä aika olisi muuten vähentynyt	Ajan puute kokeellisuudessa. Teoriapainotteista.
Oli sitä tarpeeks et sai käsityksen siitä miten se, mitä o luettu kirjasta liittyy käytännön asioihi.	Tarpeeksi, jotta käsitys teorian ja käytännön yhdistämiseen onnistui	Tasapaino kokeellisuuden ja teorian välillä hyvä.
Ei kyllä ollut. Meillä se valu toho justiiinsa tuonne kertauskurssille ja sillon varsinkin tuli todella kiire	Ei riittävästi aikaa, kokeellisuus keskitetty kertauskurssin kokeellisuuteen	Ajan puute kokeellisuudessa. Teoriapainotteista.
Ei sitä ollu. Pari kolme kertaa kurssilla.	Ei riittävästi. Muutamana kerran kurssilla.	Ei riittävästi
No mun mielestä sitä ois voinu olla enemmän, koska se oli nii mukavaa.	Ei riittävästi.	Ei riittävästi.

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Ei riittävästi

Ajan puute kokeellisuudessa.

Teoriapainotteista.

Tasapaino kokeellisuuden ja teorian välillä hyvä.

Perusteluita vastauksille (lainauksia):

” No mun mielestä sitä ois voinu olla enemmän, koska se oli nii mukavaa.”

”Ei kyllä ollut. Meillä se valu toho justiiinsa tuonne kertauskurssille ja sillon varsinkin tuli todella kiire.”

”Ei. Ei oikein. Ei niille ollut oikein aikaa. Aina piti vaa sitä teoriaa kokoajan eikä juurikaan ehtiny laboratorioitöitä tehdä.”

Kysymys 3: Mitä koulukokeellisuus on mielestäsi? Minkälaista kokeellisuutta lukiossa oli?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
tutkitaan noit kaikkii vaikka, että mitä tossa mineraalissa on tai sittenet pistetään vaikka hiivaa ja tutkitaan miten se käyttäytyy jos sille annetaan vaikka sokeria seuraks.	Asioiden tutkimista. Laboratorioitöitä, itse tehden.	Ohjeiden avulla toteutetut laboratoriotyöt
pääsee ite tekee labrassa jotai yksinkertasi labroi et havainnollistaa sitä mitä o opeteltu.	Laborioitöitä, itse tehden.	Ohjeiden avulla toteutetut laboratoriotyöt
opettajal saatto olla jotaki aineit mukana ja näyttää luokassa sit viel lisäks et niil tehää jotaki.	Opettajan tekemät demonstraatiot	Demonstraatiot
Meille opetettiin tää, nää lämpöjutut sillee et on, annettiin kaks minigrip-pussia ja toiseen pistettiin toisii ja toiseen piti kokeilla et toine o kylmä ja toine kuuma.	Laborioitöitä, itse tehden.	Ohjeiden avulla toteutetut laboratoriotyöt
opettaja näytti	Opettajan tekemät demonstraatiot	Demonstraatiot
opettaja näytti luokan edessä pari ainetta ehkä	Opettajan tekemät demonstraatiot	Demonstraatiot

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Opettajan tekemät demonstraatiot

Opiskelijan itse tekemät laboratoriotyöt opettajan antamien ohjeiden avulla.

Teema 1: Tavoitteet lukio-opetuksessa kemian kokeellisuuden näkökulmasta

Kysymys 4: Miksi mielestäsi lukiossa tehdään kokeellisia töitä? Mitä tavoitteita kokeellisuudella on?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
No tuota, no ainakin ensisijaisesti noille TKKlaisille ja yliopiston kemian laitoksen osastoille pyrkiville ni on tärkeää. Ni ehkä kuitenkin muilleki jää sellane kuva, sellane jonkinlainen kuva et mitä täällä tehdään. Se on sitä tärkeintä.	Jatko-opintoja silmällä pitäen. Tuleviin opintoihin valmentavaa. Katsaus tieteelliseen maailmaan.	Katsaus tieteellisestä maailmasta. Tuleviin opintoihin valmentava.
Nähdään sitte viel vaik et miten sellane käyttäytyy ku kerrotaa vaan että joo tämä niin vapauttaa kaasua vaikka et jos avaa limsakorkin pullon ni sitten jos ite sais avata sen ja kokeilla ni ehkä sitten tajuais sen paremmin.	Kerrotun asian konkretisoiminen itse tekemällä.	Konkretisoiminen. Teorian oppimisen tukeminen. Tekemällä oppii.
se kuuluu kemiaan. Et ei kemiasta voi saada oikeeta kuvaa jos ei tee kokeellisia töitä. Et jos vaa lukee kirjasta ni siit saa iha erilaisen kuvan kemiasta tieteen alana.	Osa kemialla. Kokeellisuus on osa kemialla tieteenä. Kirjasta ei voi oppia kaikkea ilman käytäntöä.	Osa kemialla. Teorian oppimisen tukeminen. Konkretisoiminen.
käytännön esimerkkei jostaki mitä o opiskeltu ja sit syvennetään sit et ei vaa lueta kirjasta ja opetella ulkoo et ahaa alkoholi reagoi tällei ja hapettuu tällei vaa katotaa ehkä myö mite sitä pystytää tutkimaan ja mitä siit o hyötyy.	Käytännön esimerkkejä kemiasta. Kirjatiedon syventämistä ulko-opiskelun sijaan.	Konkretisoiminen. Teorian oppimisen tukeminen.
saa syvemmän kuvan siitä mitä ollaa tekemässä ja miten se liittyy käytännön sovellutuksiin.	Syvennetään tietoutta.	Teorian oppimisen tukeminen.
No et ihmiset oppis ja näkis miten toimii.	Käytännöllistäminen	Konkretisoiminen.
Ehkä yleissivistävyys, sehä o lukion päätavote.	Osa yleissivistystä.	Osa yleissivistystä.
Varmaan vähä niinku sille et lisätään kiinnostusta kemialla kohtaan	Kemialla tekeminen kiinnostavammaksi.	Miellekkyys, kiinnostavuus, motivointi.
toisaalta näytetään että minkälaisista se olis, vois ehkä olla ehkä työelämässä. Annetaan pikkunen pala, näytetään pien pala siitä ja sitten laskuthan ne on helpompi järjestää. Ei tarvita mitään astioita tai mitään astioita, aineita. Paperia vaan.	Katsaus "työelämän kemialla", pieni pala todellisesta kemiasta.	Katsaus tieteellisestä maailmasta.
Siinä pääs näkemään konkreettisesti niitä laskuja ja ne laskut o sitte oikeesta maailmasta.	Konkreettisuus, teorian ja käytännön yhdistäminen	Konkretisoiminen. Teorian oppimisen tukeminen.

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Konkretisoiminen.

Teorian oppimisen tukeminen.

Tekemällä oppii.

Katsaus tieteellisestä maailmasta.

Osa kemiaa.

Miellekkyys, kiinnostavuus, motivointi.

Osa yleissivistystä.

Tuleviin opintoihin valmentava.

Kyseisistä luokista voidaan myös muodostaa yleistäen kaksi "pääkategoriaa":

Luokat	Pääkategoria
motivoiva työskentelytapa	Kokeellisuus oppimisen tukena
kokeellisuus osana kemian tieteenalaa	Kokeellisuus itseisarvona
kokeellisuus yleissivistävänä osana	Kokeellisuus itseisarvona
tukee kemian teoreettisen sisällön oppimista	Kokeellisuus oppimisen tukena
katsaus tieteellisestä maailmasta	Kokeellisuus itseisarvona
teorian konkretisoiminen	Kokeellisuus oppimisen tukena

Perusteluita vastauksille:

"Käytännön esimerkkei jostaki mitä o opiskeltu ja sit syvennetään sit et ei vaa lueta kirjasta ja opetella ulkoo"

”No varmaa siks et se kuuluu kemiaan.”

”Ei kemiasta voi saada oikeeta kuvaa jos ei tee kokeellisii töitä. Et jos vaa lukee kirjasta ni siit saa iha erilaisen kuvan kemiasta tieteen alana.”

Kysymys 5: Toiko opettajasi esille kokeellisuuden tavoitteita?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
No tota yritti ainaki, mutta ku aikaa oli nii vähä niin se jäi kyllä aika melko pieneks.	Yritti. Ei aikaa toteutukseen kuitenkaan.	Toisinaan.
No kyl me ku me saatiin ain ne paperit mis o selitetty mitä tehdään ja miten ni siin kyl kans oli kan et vähä minkä takii tämmöne tehään. Ni sit jotenki toi äskönen esimerkki toi alkoholin hapettuminen ni siin oli kans selitetty et niinku mihin sitä et siit saa sen jonku ketonin tai tämmösen ja sitä tutkitaa tällei. Siin oli kyl vähä selitetty et minkätakii näin.	Työohjeissa oli selvitettynä mitä ja miten tehdään ja samalla tavoitteita tuotu esille.	Aina työohjeiden kautta.
Mm. No se vähä riippuu. No joskus, ei aina.	Silloin tällöin.	Toisinaan.
No ei se varmaan tuonut ku mä en muista ainakaan niitä. Ei tuonu tarpeeks hyvin sitte.	Ei tuonut.	Ei tuonut.

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Työohjeiden kautta aina.

Toisinaan.

Ei tuonut.

Perusteluita vastaukselle:

” No kyl me ku me saatiin ain ne paperit mis o selitetty mitä tehdään ja miten ni siin kyl kans oli kan et vähä minkä takii tämmöne tehään.”

Teema 2: Koulukokeellisuuden ja tieteen kokeellisuuden erojen kokeminen

Kysymys 6: Mitä tieteellisellä kokeellisuudella mielestäsi tarkoitetaan?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
yhteiskunnalle jotai pitää valmistaa uusia materiaaleja ja sitte auttaa kaikkie lääkkeiden valmistuksessa. Se on enemmänki tällasta hyötyy, hyötyyn käytettävää.	Uusien materiaalien kehittämistä (mm. yhteiskunnalle tuotteita, lääkkeitä). Asioiden yhteiskunnan hyötykäyttöön kehittäminen.	Tuotteiden kehittäminen (mm. lääkkeet ja lääketieteellisyys) ja valmistaminen. Tutkimista.
lukiolaiselle varmaan et joku yliopiston professori tutkii jotakin uutta asiaa mist kukaa ei viel tiedä mitään. Et se o vähä enemmän, en mä tiää edelleenki iha tarkkaan et mitä se on	Tuntemattomien asioiden tutkiminen ja selvittäminen Yliopistolla. Ei selvää käsitystä.	Tuntemattomien ja jo tunnettujen asioiden tutkimista, kokeilemista ja selvittämistä. Tutkimista Yliopistossa. Ei selvää käsitystä.
No just sitä että kokeillaan kaikkee uutta. Ja sit jos löydetää jotai uutta ni tutkitaa sitä tarkemmin ja voi löytää jostaki vanhastaki iha uusii puolii.	Uusien asioiden kokeileminen ja tutkiminen. Vanhojenkin asioiden kokeileminen ja tutkiminen.	Tuntemattomien ja jo tunnettujen asioiden tutkimista, kokeilemista ja selvittämistä.
se on uusien aineiden tutkimista tai sitten tunnettujen aineiden valmistamista.	Uusien asioiden tutkimista. Tunnettujen asioiden valmistamista.	Tuntemattomien ja jo tunnettujen asioiden tutkimista, kokeilemista ja selvittämistä. Tuotteiden kehittäminen ja valmistaminen.

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Tuntemattomien ja jo tunnettujen asioiden tutkimista, kokeilemista ja selvittämistä.

Tuotteiden kehittäminen (mm. lääkkeet ja lääketeknologia) ja valmistaminen.

Vastaajalla ei selvää käsitystä mitä tieteellisellä kokeellisuudella tarkoitetaan.

Perusteluita vastaukselle:

”No just sitä että kokeillaan kaikkee uutta. Ja sit jos löydetää jotai uutta ni tutkitaa sitä tarkemmin ja voi löytää jostaki vanhastaki iha uusii puolii.”

”Lukiolaiselle varmaan et joku yliopiston professori tutkii jotakin uutta asiaa mist kukaa ei viel tiedä mitään. Et se o vähä enemmän, en mä tiä edelleenkä iha tarkkaan et mitä se on.”

Kysymys 7: Miten koulukokeellisuus eroaa tieteellisestä kokeellisuudesta mielestäsi?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
No tieteellisessä se varmaanki enemmänki pyritään luomaan uusia yhdisteitä ku taas koulussa vaa tutkitaan jotaki yksinkertasempia yhdisteitä. Ni naikka etsitään, tai no, keskitytään enemmän sit vaik happo-emästitrauksiin. Ei siinä paljoo, juurikaan, jostain vaa katotaa et miten ne on joskus saatu toteutettua. Lukiossa ei juurikaan kehitetä mitään omaa.	Tieteellinen kokeellisuus (TK) vs. koulukokeellisuus (KK): TK- luodaan uusia yhdisteitä KK- tutkitaan yksinkertasempia yhdisteitä KK- toistetaan tutkimuksia, joita on TK:n puolella jo tehty eikä kehitetä uutta.	KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita KK: yksinkertasempaa KK: toistetaan tutkimuksia, joita on jo TK:n puolella tehty eikä kehitetä uutta TK: etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta
saa noi oppilaat tutustettuu, tutuks sen kokeellisuuden kanssa et jos vaik myöhemmin sit pyrkii korkeakouluihi ni sit ainaki vähä hahmottaa jo miten toimia.	KK on kautsaus TK:n maailmasta.	KK on katsaus TK:n maailmasta.

<p>No, en mä tiä erooks se nii hirveesti. Koulussa on ehkä yksinkertasempii sillee tukemaan sitä mitä o luettu et tieteellisessä voi vähä enemmän tutkia sillee asiat vähä sen pohjalta. Kuitenki niinku koulussa tulee samalla tavalla ja sitä käytetään ehkä enemmän esimerkkinä jostakin reaktiosta tai jotakin kuitenkin.</p>	<p>Ei eroa suuresti. KK- yksinkertaisempaa. KK-tukee lukemisen kautta opittua. TK- tutkitaan enemmänkin tieteen pohjalta lisää. KK- esimerkkeinä enemmänkin reaktioista.</p>	<p>KK: yksinkertaisempaa KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita (tukee lukemisen kautta opittua) TK: etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta</p>
<p>No varmaa ainaki jotaki menetelmii. Käytetään indikaattoreita ja niinku yliopistossaki käytetään jotakin indikaattoreita ku seurataan reaktion kulkua ja muuta. Samoja menetelmiä ja sillee. Sit lukiossa o vähä helpommalla tasolla. No ainaki se et lukiossa on helpommat esimerkit ja sillee. Kait sillee et lukiossa ehkä tehää niit enemmän esimerkkinä jostakin ja havainnollistetaan et mitä o opeteltu. Ku taas yliopistoo ku miettii ni onha siinäki vähä samat tavoitteet. Siel se menee syvemmälle, pitää miettii enemmän niitä minkä takii jotaki tapahtuu ku lukiossa sen saa suunnilleen valmiiks kurssilla et tämmönen reaktio tehdään ja tämmöstä tapahtuu tämän takia.</p>	<p>Menetelmät samoja ja eroavia helppoustason osalta. KK- helpommat esimerkit. KK- havainnollistetaan mitä on opeteltu. TK- osittain samoja tavoitteita yliopisto-opetuksessa, mutta syvemmälle paneutuen ja mietitään tapahtumien syitä.</p>	<p>KK: yksinkertaisempaa KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: mietitään tarkemmin mitä tapahtuu ja miten</p>
<p>No koulussa vaa sillee katotaa että niinku näin tää menee ja tieteessä ehkä et enemmi niinku kokeillaan et miten se vois mennä myös, etitään uusia tapoja.</p>	<p>KK- mallina teoriasta. TK – etsitään ja kokeillaan uusia tapoja ja keinoja</p>	<p>KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta</p>
<p>No just se että koulussa niinku katotaa että näin se menee. Koulussa harvemmin aletaan ettii mitään iha uusia tapoja tehä asioita.</p>	<p>KK – koulussa todetaan miten tapahtuma tapahtuu TK- etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta</p>	<p>KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta</p>
<p>Koulussa se on paljon epätarkempi. Kyl sen niinku iha heti ku tänne tuli et kaikki o paljo tarkempaa.</p>	<p>KK- epätarkempia töitä TK- tarkkuus suurempaa</p>	<p>KK: epätarkempia töitä TK: tarkkuus suurempaa</p>
<p>Koulukokeellisuudessa pääasiassa näytetään reaktio ja näytetään se koe. Tieteellisessä taas tutkitaan ja siitä saadaan joitain tuloksia joita voidaan käyttää edelleen.</p>	<p>KK- esimerkkejä reaktioista ja tehdään työ ohjeiden avulla. TK- tutkitaan ja saadaan tuloksia, joita voi käyttää jatkossa</p>	<p>KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: tutkitaan ja saadaan tarkempia tuloksia, joita</p>

		voidaan käyttää jatkossa
Niin no, teollisuudessa tuotetaan paljon ja yritetään saada mahdollisimman puhdasta, mutta koulussa taas yritetään vaan saada reaktio syntymään ja käytetään mahdollisimman vähän sitä ainetta, että nähdään mitä tapahtuu, miten tapahtuu.	TK- teollisessa maailmassa pyritään saamaan mahdollisimman kustannustehokkaasti ja mahdollisimman puhdasta. KK- tärkeintä visualisoida ja havainnoida itse tapahtuma eikä suurta merkitystä saannista yms.	KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: laatu, tuotteiden saanti ja puhtaus tärkeää TK: kustannustehokkuus tärkeää etenkin teollisuudessa
täällähän se on paljon tieteellisempää jo. Et on vetokaapit ja tisluslaitteistot ja ja yritetään saada sitä puhdasta ainetta. Lukiossa se puhtaus nyt ei mun mielest, ku siel ei sitä ny pystyny tutkimaan. Ehkä värin perusteella, mutta ei muuten. Siellä lukiossa oli tarkoitus saada jotain aikaan sillä kerrotulla menetelmällä. Täällä sitten tosiaan pitää myös todeta, että on haluttua tavaraa.	TK- paremmat laitteistot ja puhtaampaa, laadukkaampaa. KK- tärkeintä saada jotakin aikaan ohjeen mukaan, yksinkertaisempaa.	KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita KK: yksinkertaistettua
lukiossa taas sen reaktion ku saa aikaan ja näkee et jotain tapahtuu ja täällä sitten taas tarkoitus on että miten tapahtuu ja miten saadaan mahdollisimman hyvää ainetta.	KK- tärkeintä saada jokin reaktio aikaan TK- mietitään enemmän mitä tapahtuu ja miten saadaan hyvää ainetta.	KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita TK: mietitään tarkemmin mitä tapahtuu ja miten

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

KK= koulukokeellisuus

TK= tieteellinen kokeellisuus

KK: tärkeintä saada visuaalisesti näkymään asioita (tukee lukemisen kautta opittua)

KK: yksinkertaisempaa

KK: toistetaan tutkimuksia, joita on jo TK:n puolella tehty eikä kehitetä uutta

KK on katsaus TK:n maailmasta.

KK: epätarkempia töitä

TK: tarkkuus suurempaa

TK: laatu, tuotteiden saanti ja puhtaus tärkeää

TK: kustannustehokkuus tärkeää etenkin teollisuudessa

TK: tutkitaan ja saadaan tarkempia tuloksia, joita voidaan käyttää jatkossa

TK: etsitään uusia tapoja ja tehdään uutta

TK: mietitään tarkemmin mitä tapahtuu ja miten

Perusteluita vastaukselle:

"Siellä lukiossa oli tarkoitus saada jotain aikaan sillä kerrotulla menetelmällä."

"Niin no, teollisuudessa tuotetaan paljon ja yritetään saada mahdollisimman puhdasta, mutta koulussa taas yritetään vaan saada reaktio syntymään ja käytetään mahdollisimman vähän sitä ainetta, että nähdään mitä tapahtuu, miten tapahtuu."

"Teollisuudessa on tärkeää saada paljon vähällä, puhasta."

"Aivan erilaiset kuitenkin työvälineet."

"No ainaki se et lukiossa on helpommat esimerkit ja sillee. Kait sillee et lukiossa ehkä tehää niit enemmänä esimerkkinä jostakin ja havainnollistetaan et mitä o opeteltu."

"Koulussa on ehkä yksinkertasempii sillee tukemaan sitä mitä o luettu et tieteellisessä voi vähä enemmänä tutkia sillee asiat vähä sen pohjalta. Kuitenki niinku koulussa tulee samalla tavalla ja sitä käytetään ehkä enemmänä esimerkkinä jostakin reaktiosta tai jotakin kuitenkin."

"No tieteellisessä se varmaanki enemmänä pyritään luomaan uusia yhdisteitä ku taas koulussa vaa tutkitaan jotaki yksinkertasempia yhdisteitä."

Kysymys 8: Mitä samanlaisuuksia koulukokeellisuudella ja tieteellisellä kokeellisuudella on?

Haastateltavan vastaus tiivistettynä	Kategoria	Luokat
No kai niissä jotai samaa on. Käytetään. Perjanteessa ne reaktiot toimii kuitenkin iha samalla tavalla. En mä tiiä. En mä osaa vastata tähä mitenkää hirveen hienosti.	Reaktiot toimivat samalla tavalla. Ei selkeää kuvaa asiasta.	Kemia, faktat, yksinkertaistettuna. Ei selkeää kuvaa asiasta.
Varmasti niissä käytetään samoja aineita tai ainakin no mekanismi on sama, mutta sitten valmistumenetelmä on sama tuskin. Teollisuudessa on tärkeätä saada paljon vähällä, puhasta. Niin, aivan erilaiset kuitenkin työvälineet.	Samat reagenssit. Samat mekanismit.	Reagenssit, reaktiot, mekanismit.
Kuitenki niinku koulussa tulee samalla tavalla ja sitä käytetään ehkä enemmän esimerkkinä jostakin reaktiosta tai jotakin kuitenkin.	Kemia on samaa, yksinkertaistettuna.	Kemia ja faktat, yksinkertaistettuna.
No varmaa ainaki jotaki menetelmii. Käytetään indikaattoreita ja niinku yliopistossaki käytetään jotakin indikaattoreita ku seurataan reaktion kulkua ja muuta. Samoja menetelmiä ja sillee.	Osa menetelmistä. Reagenssit, reaktiot.	Osa menetelmistä. Reagenssit, reaktiot, mekanismit.

Saadut vastaukset voidaan luokitella seuraavasti:

Osa menetelmistä.

Reagenssit, reaktiot, mekanismit.

Kemia ja faktat, yksinkertaistettuna.

Ei selkeää kuvaa asiasta.

Perusteluita vastaukselle:

” No varmaa ainaki jotaki menetelmii. Käytetään indikaattoreita ja niinku yliopistossaki käytetään jotakin indikaattoreita ku seurataan reaktion kulkua ja muuta. Samoja menetelmiä ja sillee.”