

Maija Rukajärvi-Saarela

# Tutkimuksellisuudesta innostusta alakoulujen kemian opetukseen

Kehittämistutkimus osallistavan  
luokanopettajan perus- ja  
täydennyskoulutuksen kehittämisestä



Maija Rukajärvi-Saarela

Tutkimuksellisuudesta innostusta  
alakoulujen kemian opetukseen

Kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan  
perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämisestä

Esitetään Jyväskylän yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan suostumuksella  
julkisesti tarkastettavaksi Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen auditoriossa  
marraskuun 27. päivänä 2015 kello 12.

Academic dissertation to be publicly discussed, by permission of  
the Faculty of Education of the University of Jyväskylä, in the auditorium of  
the Kokkola University Consortium Chydenius, on November 27, 2015 at 12 o'clock noon.



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYVÄSKYLÄ 2015

# Tutkimuksellisuudesta innostusta alakoulujen kemian opetukseen

Kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan  
perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämisestä

Maija Rukajärvi-Saarela

Tutkimuksellisuudesta innostusta  
alakoulujen kemian opetukseen

Kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan  
perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämistä



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYVÄSKYLÄ 2015

Editors

Markku Leskinen

Department of Education, University of Jyväskylä

Pekka Olsbo, Timo Hautala

Publishing Unit, University Library of Jyväskylä

URN:ISBN:978-951-39-6394-1

ISBN 978-951-39-6394-1 (PDF)

ISBN 978-951-39-6393-4 (nid.)

ISSN 0075-4625

Copyright © 2015, by University of Jyväskylä

Jyväskylä University Printing House, Jyväskylä 2015

## ABSTRACT

Rukajärvi-Saarela, Maija

Inquiry-based approach to inspire chemistry education in primary schools. A design research study to develop participatory pre- and in-service teacher education.

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2015, 237 p.

(Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research,  
ISSN 0075-4625; 539)

ISBN 978-951-39-6393-4 (nid.)

ISBN 978-951-39-6394-1 (PDF)

Diss.

Class teachers have a key role in rousing children's interest in science and supporting their development of chemistry knowledge and skills in the primary school. The aim of this design research study was to develop a participatory education model for pre- and in-service teacher education which would offer content and methodological tools for chemistry education with an emphasis on inquiry-based instruction. The study was informed by the theoretical framework of chemistry as a science, inquiry-based teaching and learning of chemistry, as well as participatory pedagogy, communal action and the support of professional development in teacher education. The education model was collaboratively developed by the researcher, a team of teacher educators, and 168 class teachers and class teacher candidates. The investigation incorporated all the three main areas of design research, and to guide the study, the following main research questions were asked: 1) What are the qualities of participatory pre- and in-service teacher education that supports inquiry-based chemistry education at the primary level of the comprehensive school? 2) What new opportunities and challenges does participatory and communal action in teacher education provide for the support of inquiry-based chemistry education? 3) What opportunities and challenges does communal action bring to the development of pre- and in-service class teacher education? The research data generated in the seven mesocycles of the study were composed of survey and observational data; reflective process diaries by teacher candidates, and the development processes of the education models, as well as the education models developed in the study. Methods of qualitative content analysis were mainly used to analyse the data, but quantitative procedures were also included. The results show that for implementing the design research investigation, the shared expertise, communal action and the diverse expertise of the participants had a prominent role. Not only did the role of the development and teacher trainer group become more significant in the development work, but as the investigation progressed, so did also the role of the trainee group, both for the planning and the evaluation phase. Real-time team work in small groups enabled active reflection and on-going communal evaluation of action. Communal action supported participation and thus increased the opportunities of successful development while challenging the development group to react and operate in real time. Unlike in workshop-based training, the education model of this study provides an authentic learning environment where the pupils are involved part time. Collaboration and learning, which embrace challenge, self-direction and change of work roles and descriptions, question the learners' beliefs and routines during training. The inquiry-based approach offers the opportunity to use engaging, learner-centred and collaborative ways of work. The assignments selected for the programme should be versatile both in terms of their topics and openness. The assignments are connected to everyday themes. Content knowledge is studied in education as a part of inquiry into practical issues, using the approach of acquiring phenomena and concept "from theory to practice". The reflection of experience and the reflective diary help to highlight one's own learning and development, and they clarify and organise one's thinking while supporting higher-order cognitive processes, which in turn enables professional growth. However, the function of composing the reflective process diary is not self-evident to all. Therefore, its goals should be clarified in the shared discussions.

Keywords: design research, inquiry-based approach, participatory teacher education, chemistry education, primary school

## TIIVISTELMÄ

Rukajärvi-Saarela, Maija

Tutkimuksellisuudesta innostusta alakoulujen kemian opetukseen. Kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämistä.

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2015, 237 p.

(Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research,

ISSN 0075-4625; 539)

ISBN 978-951-39-6393-4 (nid.)

ISBN 978-951-39-6394-1 (PDF)

Diss.

Luokanopettajat ovat avainasemassa lasten innostuksen herättämisessä sekä kemian tietojen ja taitojen kasvun tukemisessa alakoulussa. Tämän kehittämistutkimuksen tavoitteena oli kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa sekä sisällöllisiä että menetelmällisiä työkaluja kemian opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Tutkimusta ohjaavan, keskeisen teoreettisen viitekehyksen muodostivat kemia luonnontieteenä, tutkimuksellisuus kemian opiskelussa ja opettamisessa sekä osallistava pedagogiikka, yhteisöllisyys ja ammatillisen kehittymisen tukeminen opettajankoulutuksessa. Koulutusmallia olivat tutkijan ja kouluttajien kanssa yhteisöllisesti kehittämässä yhteensä 168 peruskoulun opettajaa ja luokanopettajaopiskelijaa. Tarkasteluun sisältyivät kehittämistutkimuksen kaikki kolme ydinosa-alueita ja tutkimusta ohjaamaan muodostettiin näiden mukaan päättökysymykset: 1) Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella? 2) Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle? sekä 3) Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämiseksi? Tutkimusaineiston muodostivat 7 syklissä hankitut kyselyaineistot, opettajaopiskelijoiden kirjoittamat reflektioiviat prosessipäiväkirjat, koulutusmallien kehittämisprosessit sekä kehitetyt koulutusmallit. Aineistojen analysoinnissa käytettiin laadullisen sisällönanalyysin metodeja mutta mukana on myös määrällisiä osioita. Tutkimustulosten mukaan kehittämistutkimuksen toteuttamisessa jaettu asiantuntijuus, yhteisöllisyys ja osallisten erilainen osaaminen nousi tärkeään rooliin. Kehittämisen ja kouluttajaryhmän lisäksi koulutettavien rooli kehitystyössä kasvoi tutkimuksen edetessä sekä suunnittelussa että arviointivaiheessa. Toiminnanaikainen pienryhmätyöskentely mahdollisti aktiivisen reflektoinnin ja toiminnan jatkuvan arvioinnin yhteisöllisesti. Yhteisöllisyys osallisti ja siten lisäsi kehittämisen onnistumismahdollisuuksia samalla haastaen kehittäjäryhmää reagoimaan ja toimimaan reaaliajassa. Kehitettyssä koulutusmallissa workshop-tyyppisen koulutuksen sijaan työskennellään autenttisessa oppimisympäristössä, jossa oppilaat ovat osa-aikaisesti mukana. Haasteita, omatoimisuutta ja muutoksia työrooleissa ja -tehtävissä sisältävä yhteistoiminta ja oppiminen koulutuksen aikana haastaa oppijoiden omia uskomuksia ja totuttuja käytänteitä. Tutkimuksellisuus lähestymistapana tarjoaa mahdollisuuden käyttää aktiivisia, oppijakeskeisiä ja yhdessä tekemiseen keskittyviä työtapoja. Ohjelmaan valittujen tehtävien on hyvä olla monipuolisia sekä aihepiirien että tehtävien avoimuuden suhteen. Aihepiirit kytkeytyvät arkipäivästä. Aineenhallintaa koulutuksessa opiskellaan osana käytännön tutkimusten tekemistä ilmiöiden ja käsitteiden ”teoriasta käytäntöön” -haltuunottotapaa käyttäen. Kokemusten reflektointi ja reflektioiva päiväkirja tuovat näkyväksi omaa oppimista ja kehittymistä sekä selkiinnyttää ja jäsentää ajatuksia tukien korkeamman tason kognitiivisia prosesseja, mikä mahdollistaa ammatillista kasvua. Kuitenkaan reflektioivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisen funktio ei kaikille ole itsestään selvä. Siksi sen tavoitteellisuutta on hyvä selkiinnyttää yhteisissä keskusteluissa.

Avainsanat: kehittämistutkimus, tutkimuksellisuus, osallistava opettajankoulutus, kemian opetus, alakoulu

<b>Tekijän osoite</b>	Maija Rukajärvi-Saarela Kasvatustieteiden yksikkö Jyväskylän yliopisto Kokkolan yliopistokeskus Chydenius Talonpojankatu 2B, Kokkola maija.rukajarvisaa@gmail.com
<b>Ohjaajat</b>	Kari Kiviniemi Kasvatustieteiden yksikkö Jyväskylän yliopisto Kokkolan yliopistokeskus Chydenius  Maija Aksela Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos Helsingin yliopisto
<b>Esitarkastajat</b>	Jari Lavonen Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos Helsingin yliopisto  Tuula Keinonen Soveltavan kasvatustieteen ja opettajankoulutuksen osasto Itä-Suomen yliopisto
<b>Vastaväittäjä</b>	Jari Lavonen Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos Helsingin yliopisto



## ESIPUHE

Tämän tutkimuksen tekeminen on ollut osa elinikäistä oppimisprosessiani. Työskentely opetuksen parissa tarjoaa mielenkiintoisia haasteita, joita minulla on tapana lähteä ratkaisemaan ottamalla asioista selvää. Haaste, joka johti väitöstutkimuksen tekemiseen, nousi eteeni reilu vuosikymmen sitten siirryttyäni peruskoulun opettajan työstä ammattikorkeakouluun opettamaan kemiantekniikan insinööriopiskelijoita. Silloin aloin pohtia, mitä opetusmenetelmiä ja opiskelutapoja käyttäen alemmilla asteilla pitäisi opiskelua ohjata, jotta oppijat myöhemmissä vaiheissa voisivat sujuvasti rakentaa osaamistaan aiemmin opitua hyväksikäyttäen. Havaitsin melko pian, että yksi kriittinen vaihe oppijan polulla on koulunkäynnin alkuvaihe ja että luokanopettaja on avainasemassa lasten innostuksen herättämisessä sekä kemian tietojen ja taitojen kasvun tukemisessa alakoulussa.

Kehittämistutkimustyötä ei voi tehdä yksin; mukana on ollut hyvin monia eri tahoja ja ihmisiä. Ensimmäiseksi haluan lausua sydämelliset kiitokset suurenmoisille ohjaajilleni professori Kari Kiviniemelle ja professori Maija Akselalle kannustavasta, asiantuntevasta ja myös kriittisestä ohjauksesta. Ohjauksenne on ollut työni etenemisen kannalta erittäin arvokasta ja merkittävää. Se on innoistanut itsenäiseen ajatteluun ja avannut uusia näkökulmia sekä luonut rohkeutta jatkaa silloinkin, kun epätoivo on hiipinyt mieleen arjen muiden kiireiden keskellä. Samalla lausun kiitokseni myös emeritusprofessori Juhani Aaltolalle tutkimustyöni alkuvaiheessa saamastani kasvatustutkimusfilosofiaan painottuneesta ohjauksesta. Kiitokset kuuluvat myös professori Juha T. Hakalalle ja kasvatustieteen yksikön johtajalle Raine Vallille, jotka myös ohjasivat tutkimukseni tekoa matkan varrella.

Esitarkastajiani professori Jari Lavosta ja professori Tuula Keinosta kiitän huolellisesta perehtymisestä työhöni. Antamanne asiantuntevat lausunnot, neuvot ja ohjeet rohkaisivat ja auttoivat minua väitöskirjani viimeistelyvaiheessa tarkastelemaan kriittisesti tutkimuksellisia ratkaisujani.

Erityisen lämpimät kiitokset kuuluvat kehittämistyössä koko ajan kiinteästi mukana olleelle kollegalleni, emeritaluokanopettaja Margetta Sarkkiselle, jota ilman tätä kehittämistä ja tutkimusta ei olisi tapahtunut tässä muodossa. Lukuisat ovat ne keskustelut, puhelinsoitot, viestittelyt, yhdessä järjestetyt koulutukset, niiden suunnittelut, toteutukset, kriittiset arvioinnit ja eteenpäin kehittelyt, joita olemme yhdessä toteuttaneet. Ja tämän kaiken olemme tehneet vapaaehtoisesti innosta palaen omalla vapaa-ajallamme. Parhaat kiitokset kuuluvat myös lehtori Päivi Ojalalle ja yliopettaja Jana Holmille sekä emerita-aineenopettaja Ann-Chatlott Corin-Hentelälle erinomaisesti toimineesta yhteisopettajuudesta järjestämiemme täydennyskoulutusten yhteydessä. Todistetuksi tuli, että yhdessä olemme enemmän! Kiitos kuuluu myös niille lukuisille POPBL- ja TU-KEMIA- hankkeissa mukana olleille kouluille, niiden opettajille ja oppilaille sekä yrityksille ja muille yhteistyötahoille. Väitöstyön tekemisen rinnalla näiden hankkeiden parissa tapahtunut toiminta on vaikuttanut ja kypsyttänyt aja-

tuksiani ja päätöksiäni, joita olen tehnyt tutkimuksen aikana. Yhdessä olemme olleet kehittämässä ja viemässä opetuksen ilosanomaa eteenpäin.

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen luokanopettajien aikuiskoulutus on erinomainen yhteisö toteuttaa ja kehittää opettajakoulutusta tutkimusperustaisesti. Tässä yhteisössä erityiskiitokset kuuluvat erikoissuunnittelija Pentti Impiölle. Tutkimuksellisuus luonnontieteiden opiskelussa on ollut yhteinen kehittämisen kohteemme. Suuret kiitokset kuuluvat myös kaikille tutkimukseen osallistuneille 168 opettajalle ja opettajaopiskelijalle. Annoitte arvokkaan ja korvaamattoman panoksenne kehittämistutkimuksessani.

Lämpimät kiitokset myös kannustavalle ja rohkaisevalle työyhteisölleni ja kollegoilleni Centria-ammattikorkeakoulussa. On ilo työskennellä sallivan ilmapiirin vallitessa. Erityisesti kiitän emerituskollegaani Esko Johnsonia. Hänen kanssaan olen saanut käydä pedagogisia keskusteluja tutkimukseni tekovaiheessa. Häntä sekä Nina Hynystä kiitän työni englanninkielisten osioiden käänösavusta ja kielentarkastuksesta.

Opetushallitus, Magnus Ehrnroothin Säätiö ja Svenska Tekniska vetenskapsakademien i Finland mahdollistivat kukin osaltaan kehittämistutkimuksen aikana järjestetyt täydennyskoulutukset ja Suomen kulttuurirahaston Keski-Pohjanmaan rahasto ja Suomen Tiedeseuran Magnus Ehrnroothin stipendilautakunta mahdollistivat työni etenemistä apurahan avulla, suuret kiitokset näistä.

Lopuksi haluan lausua kiitokset rakkaille läheisilleni, ja ensimmäisenä heistä puolisololleni Tapanille, jolla on tapana kannustaa muita sanoen: *"Jos et vielä osaa, on aika ottaa selvää."* Aikaa tämän tutkimustyön tekeminen on vienyt. Kiitos, että olet jaksanut kulkea vierellä. Suurkiitokset osoitan myös lapsillemme Ansulle, Eliselle ja Johannalle perheineen. Teitä kiitän kärsivällisyydestänne ja tuestanne. Ymmärrän, että tämä väitöstyö pitää saada nyt valmiiksi, sillä mummun haastajat Viivi, Ida, Hilikka, Finja, Aino, Tilda ja Maija jo odottavat kysymyksin: *"Mikä eksperimentti me tänään tehdään?"* Tukka tulevassa hulumuten ja jaloilla menneestä turvallisesti ponnistaen omistan tämän kirjan toisaalta näille ihanille eteenpäin kiirehtiville pikku-haastajille ja toisaalta edesmenneille, sodanjälkeistä Suomea työllään rakentaneille, kymmenlapsista perhettä eteenpäin luotsanneille, hyvin koulumyönteisille vanhemmilleni Impi ja Arvo Rukajärvelle.

Kokkolassa lokakuussa 2015  
Maija Rukajärvi-Saarela

Juice Leskisen sanoin: *"Runo on valmis, saa tulla pyyhkimään!"*

## KUVIOT

KUVIO 1	Mikro- meso- ja makrosyklit kehittämistutkimuksessa McKenneytä ja Reevesiä (2012, 78) mukaillen.....	20
KUVIO 2	Makro-, meso- ja mikrosyklit tässä tutkimuksessa .....	21
KUVIO 3	Tutkimuksen raportoinnin rakennekaavio .....	22
KUVIO 4	Kehittämistutkimuksen osa-alueet (Edelsonia 2002 ja Pernaata 2011 mukaillen) .....	30
KUVIO 5	Kehittämistutkimuksen yleismalli (McKenneytä ja Reevesiä 2012, 77 mukaillen) .....	33
KUVIO 6	Kolme aaltoa kehittämistutkimuksessa .....	36
KUVIO 7	Kehittämistutkimusaallot mesosykleineen .....	75
KUVIO 8	Teoriaohjaavan sisällönanalyysin eteneminen (Tuomea ja Sarajärveä 2011, 109, 117–118 mukaillen).....	82
KUVIO 9	Prosessikaavio kolmiaaltoisesta kehittämistutkimuksesta.....	88
KUVIO 10	Ensimmäisen aallon toteutussuunnitelma .....	89
KUVIO 11	Ensimmäisen aallon kehittämistutkimus .....	104
KUVIO 12	Toisen aallon toteutussuunnitelma .....	112
KUVIO 13	FyKe -tarvikelaatikko alakouluille .....	137
KUVIO 14	Toisen aallon kehittämistutkimus .....	138
KUVIO 15	Kolmannen aallon toteutussuunnitelma .....	151
KUVIO 16	Luokanopettajaopiskelijan tutkimuksellinen opiskelu FyKe- kurssilla (Rukajärvi-Saarela ym. 2010, 165).....	170
KUVIO 17	Neljä näkökulmaa refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisessa .....	179
KUVIO 18	Kolmannen aallon kehittämistutkimus .....	188
KUVIO 19	Tutkimuksellisuuteen innostava, osallistava opettajan- koulutusmalli.....	202

## TAULUKOT

TAULUKKO 1	Kehittämistutkimuksen piirteet (Wangiin ja Hannafiin 2005 sekä Andersoniin ja Shattuckiin 2012 perustuen ja Kiviniemeä 2015, 223 mukaillen) .....	27
TAULUKKO 2	Teorialuokat ja niiden pääperiaatteet (DiSessaa ja Cobbia 2004 mukaillen) .....	29
TAULUKKO 3	Kooste kehittämistutkimuksen lähtökohdista, näkökulmista ja menetelmistä .....	34
TAULUKKO 4	Kemian luonne tieteenä .....	40
TAULUKKO 5	Delphi -tutkimuksen määrittämät 9 teemaa luonnon tieteiden opetuksen tavoitteiksi (Collins ym. 2001) .....	43
TAULUKKO 6	Tutkimuksellisen opiskelun tasoluokitus (Bell, Smetana & Binns 2005).....	61

TAULUKKO 7	Tutkimuksellisen opiskelun tehtävätyyppiluokitus (Windschitl 2003 mukaan) .....	62
TAULUKKO 8	Oppijan vastuu tutkimuksellisuuden tason tai tehtävätyypin mukaan.....	62
TAULUKKO 9	Tutkimuksellisen opiskelun tehtävätyyppiluokitus tässä tutkimuksessa .....	63
TAULUKKO 10	Tutkimusaineiston keruumenetelmät ja ajoitus.....	77
TAULUKKO 11	Esimerkki aineiston pelkistämisestä.....	83
TAULUKKO 12	Esimerkki aineiston ryhmittelystä alaluokkiin .....	83
TAULUKKO 13	Esimerkki aineiston viemisestä yläluokkiin.....	84
TAULUKKO 14	Esimerkki yläluokkien tuomisesta analyysiin.....	84
TAULUKKO 15	Esimerkki määrällisestä arvioinnista.....	85
TAULUKKO 16	Ensimmäisen aallon 1. syklin määrällinen arviointi (N=19)..	96
TAULUKKO 17	Ensimmäisen aallon 1.syklin laadullisen arviointi .....	96
TAULUKKO 18	Ensimmäisen aallon 2. syklin määrällinen arviointi (N=16)	101
TAULUKKO 19	Ensimmäisen aallon 2. syklin laadullisen arviointi .....	101
TAULUKKO 20	Pilottitäydennyskoulutusmallin kehittämistoimintoja kahdessa mesosyklissä.....	107
TAULUKKO 21	Ensimmäisen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin .....	110
TAULUKKO 22	Toisen aallon 1. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi .	119
TAULUKKO 23	Toisen aallon 1. syklin koulutustapahtuman laadullinen arviointi.....	122
TAULUKKO 24	Toisen aallon 3. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi....	129
TAULUKKO 25	Toisen aallon 3. syklin koulutustapahtuman laadullinen arviointi.....	134
TAULUKKO 26	Täydennyskoulutusmallin kehittämistoimintoja kolmessa mesosyklissä.....	143
TAULUKKO 27	Toisen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin .....	147
TAULUKKO 28	Kolmannen aallon 1. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi.....	157
TAULUKKO 29	Kolmannen aallon 1. syklin kurssin laadullinen arviointi ...	164
TAULUKKO 30	Kolmannen aallon 2. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi.....	172
TAULUKKO 31	Kolmannen aallon 2. syklin kurssin laadullinen arviointi ...	181
TAULUKKO 32	FyKe-kurssimallin kehittämistoimintoja kahdessa mesosyklissä.....	191
TAULUKKO 33	Kolmannen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin .....	194
TAULUKKO 34	Design-tutkimuksen luotettavuuden tarkastelu (Kiviniemeä 2015, 234 mukaillen).....	205

## SISÄLLYS

ABSTRACT  
TIIVISTELMÄ  
ESIPUHE  
KUVIOT JA TAULUKOT  
SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	15
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	16
1.2	Tutkimuksen päämäärä ja tutkimuskysymykset.....	19
1.3	Tutkimuksen rakenne ja rajaus.....	20
2	KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN TEOREETTINEN ONGELMA- ANALYYSI.....	24
2.1	Kehittämistutkimus lähestymistapana.....	24
2.1.1	Kehittämistutkimuksen taustaa ja sen toteuttamistapoja.....	25
2.1.2	Kehittämistutkimuksen toteutus tässä tutkimuksessa.....	34
2.2	Tutkimuksellisuus kemian opetukseen.....	37
2.2.1	Kemia luonnontieteenä ja sen erityispiirteitä.....	37
2.2.2	Kemian opetuksen tavoitteita.....	41
2.2.3	Tutkimuksellinen opiskelu.....	44
2.2.4	Tutkimuksellisuus tässä tutkimuksessa.....	58
2.3	Kohti osallistavaa opettajankoulutusta.....	63
2.3.1	Osallistava pedagogiikka.....	64
2.3.2	Kouluttajana osallistavassa aikuiskoulutuksessa.....	65
2.3.3	Opettajan ammatillinen kehittyminen.....	68
2.3.4	Science-opettajakoulutus.....	71
3	KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN TOTEUTUS KOLMENA AALTONA.....	73
3.1	Menetelmäpolun rakentuminen.....	73
3.1.1	Tutkimusmenetelmät.....	74
3.1.2	Tieteenfilosofiset sitoumukset.....	75
3.1.3	Tutkimusaineiston keruumenetelmät.....	77
3.1.4	Tutkimusaineiston analysointi.....	79
3.1.5	Teoriamuodostuksen erityispiirteitä kehittämistutkimuksessa .....	85
3.2	Kolmiaaltainen kehittämistutkimus.....	86
4	ENSIMMÄINEN AALTO - TUTKIMUKSELLISUUS KEMIAN OPETUKSEN TUEKSI.....	89
4.1	Mesosykli 1: Täydennyskoulutuksen alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi.....	91

4.1.1	<i>Teoreettinen tarveanalyysi: LUMA-talkoot, kokeellinen opiskelu ja täydennyskoulutus</i> .....	91
4.1.2	<i>Kehittämisprosessi 1: Ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus</i> .....	94
4.1.3	Ensimmäisen toteutuksen arviointi.....	95
4.2	Mesosykli 2: Täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen, toteutus ja arviointi .....	99
4.2.1	<i>Kehittämisprosessi 2: Täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen ja toinen toteutus</i> .....	99
4.2.2	Toisen toteutuksen arviointi.....	100
4.3	<i>Kehittämistuotos: Pilottitäydennyskoulutusmalli ja täydennyskoulutuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä</i> .....	103
5	TOINEN AALTO – KEMIAN OPETUKSEN HAASTEELLISUUS LUOKANOPETTAJILLE.....	112
5.1	Mesosykli 1: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi .....	114
5.1.1	<i>Teoreettinen ja empiirinen tarveanalyysi: OPS 2004, tutkiva ote opetuksessa ja täydennyskoulutusta luokanopettajille</i> .....	114
5.1.2	<i>Kehittämisprosessi 1: Luokanopettajan ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus</i> .....	121
5.1.3	Luokanopettajan täydennyskoulutuksen ensimmäisen toteutuksen arviointi.....	121
5.2	Mesosykli 2: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen, toteutus ja arviointi .....	124
5.2.1	<i>Kehittämisprosessi 2: Luokanopettajan toisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus</i> .....	125
5.2.2	Luokanopettajan täydennyskoulutuksen toisen toteutuksen arviointi.....	126
5.3	Mesosykli 3: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen edelleen kehittäminen, toteutus ja arviointi .....	128
5.3.1	<i>Empiirinen tarveanalyysi: Luokanopettajien opetusvälinetarpeita kemian opetuksessa</i> .....	128
5.3.2	<i>Kehittämisprosessi 3: Luokanopettajan kolmannen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus</i> .....	132
5.3.3	Luokanopettajan täydennyskoulutuksen kolmannen toteutuksen arviointi.....	133
5.4	<i>Kehittämistuotos: Luokanopettajan kemian opetusta tukeva täydennyskoulutusmalli ja täydennyskoulutuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä</i> .....	137
6	KOLMAS AALTO - FYKE-KURSSIN KEHITTÄMINEN .....	151
6.1	Mesosykli 1: FyKe-kurssin alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi .....	153
6.1.1	<i>Teoreettinen ja empiirinen tarveanalyysi: Luokanopettajan aikuiskoulutus, tutkimuksellinen opiskelu ja FyKe-kurssi</i> ..	154

6.1.2	<i>Kehittämisprosessi 1: FyKe-kurssin suunnittelu ja toteutus....</i>	160
6.1.3	FyKe-kurssin pilottimalli ja sen arviointi .....	163
6.2	Mesosykli 2: FyKe-kurssin edelleen kehittäminen, toteutus ja arviointi .....	169
6.2.1	<i>Empiirinen tarveanalyysi: Reflektointipäiväkirja tutkimuksellisen opiskelun tukena luokanopettajakoulutuksessa .....</i>	171
6.2.2	<i>Kehittämisprosessi 2: FyKe-kurssin jatkosuunnittelu ja toteutus .....</i>	177
6.2.3	FyKe-kurssi ja sen arviointi .....	180
6.3	<i>Kehittämistuotos: FyKe-kurssimalli luokanopettajakoulutuksessa ja tutkimuksellisen kemianopetuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä .....</i>	187
7	YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	198
7.1	Kehittämisprosessi: Kehittäjätahojen yhteisöllisyys koulutusmallin suunnittelussa ja toteutusprosessissa .....	198
7.2	Ongelma-analyysi: Kehitettyjen koulutusmallien mahdollisuudet ja haasteet tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiseen .....	200
7.3	Kehittämistuotos: Osallistava ja tutkimuksellisuuteen innostava kemianopetuksen koulutusmalli luokanopettajien perus- ja täydennyskoulutukseen.....	201
7.4	Tutkimuksen luotettavuus- ja eettisyystarkastelua .....	204
7.5	Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimuskohteet .....	207
	SUMMARY .....	209
	LÄHTEET .....	219
	LIITTEET .....	238

# 1 JOHDANTO

Tänä päivänä nuorten mielenkiinto luonnontieteellisiä ja teknisiä aloja kohtaan on heikkoa ja alan opiskelupaikat jäävät jopa osin täyttämättä niin Suomessa kuin muissakin teollistuneissa maissa. Peruskoulun alaluokat ovat kriittistä aikaa saada lasten innostus syttymään luonnontieteitä kohtaan, joten luonnontieteiden opiskelun on oltava jännittävää ja kiehtovaa ja sen on herätettävä uteliaisuutta ympäröivää maailmaa kohtaan. Alaluokilla opettajina kaikissa aineissa toimii luokanopettajat. He tarvitsevat työnsä tueksi koulutusta, joka tuottaa suoraan käytäntöön sovellettavissa olevaa osaamista. Erityisesti täydennyskoulutuksen tulisi kohdentua opettajien tietojen ja taitojen päivittämiseen. Uudet opintokokonaisuudet tai oppiaineet (esimerkiksi kemia ja fysiikka alakoulussa) eivät välttämättä ole entuudestaan tuttuja kaikille opettajille.

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa opettajille ja opettajaopiskelijoille työkaluja tutkimuksellisten työtapojen ja -menetelmien käyttöönottoon omassa työssä luokanopettajana aineenhallintaa unohtamatta. Asetta maani päämäärään pyrin tutkimalla ja kehittämällä kemian tutkimuksellisen opiskelun menetelmää ja tapaa, oppimisympäristöä ja -välineitä sekä niiden kehittämiskäytäntöjä yhdessä kouluttajien ja koulutettavien eli opettaja- ja opettajaopiskelijaryhmien kanssa. Toimintaympäristönä ovat luokanopettajan täydennys- ja aikuiskoulutus autenttisessa oppimisympäristössä, johon kuuluu oppilaiden mukanaolo osa-aikaisesti.

Kemialle, joka on empiirinen luonnontiede, on luonteenomaista erilaisten konkreettisten kokeiden ja tutkimusten tekeminen, joten tutkimuksellinen lähestymistapa tulisi olla luontevaa myös kemian opettamisessa. Alaluokilla kemianopettajana toimii luokanopettaja, joka tarvitsee koulutusta suoriutuakseen tästä haasteelliseksi kokemastaan tehtävästä. Hänen roolinsa lasten asenteiden ja motivaation luoja, kemian oppimisen ohjaajana ja asiantuntijana sekä perustyötapojen, esimerkiksi pipetoinnin, opettajana on erittäin tärkeä. Tutkimuksessa on nimittäin havaittu, että monet taidot ja asenteet, jotka määrittävät myöhemmin oppilaiden suoriutumista, näyttävät kiteytyvän melko muuttumatto-



miksi jo koulunkäynnin alkuvaiheessa (esim. Kupari, Sulkunen, Vettenranta & Nissinen 2012a, 58).

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Tutkimuksellisen lähestymistavan mukaisesti järjestetyllä oppilaslähtöisellä opetuksella on saavutettu positiivisia vaikutuksia oppilaiden motivaatioon luonnontieteiden opiskelua kohtaan (esim. Minner, Levy & Century, 2010). 2000-luvulla muun muassa Yhdysvalloissa on kiinnitetty huomiota erityisesti alakoulujen opetuksen kehittämiseen. Saavutetut tutkimustulokset puolustavat tutkimuksellisuuden lisäämistä opetukseen, ja luonnontieteiden tutkimuksellinen opetus ja opiskelu ovat siellä päässeet virallisestikin hyväksytyiksi (Dietz, & Davis 2009; Howes, Lim. & Campos 2009; Akerson & Hanuscin 2007; Luera & Otto, 2005). Tutkijoiden ja opettajien mielestä tutkimuksellinen opiskelu innostaa oppilaita käyttämään tutkimustaitoja, luomaan merkitysrakenteita ja hankkimaan luonnontieteellistä tietoa (Alake-Tuenter, Biemans, Tobi, Wals, Oosterheert & Mulder 2012). Toisaalta opettajan näkökulmasta positiivinen mielikuva luonnontieteiden tutkimuksellisesta opetuksesta, oppilaskeskeiset työtavat ja kannustava ilmapiiri ovat edellytyksiä suotuisasti kehittyvälle opettajan tutkimuksellisuuden toteuttamiselle koulussa (Leonard, Boakes & Moore 2009).

Vuoden 2012 TIMSS -tutkimustulosten mukaan Suomessa neljäsluokkalaiset luottavat omiin kykyihinsä luonnontieteen opiskelussa, mutta he ovat heikosti sitoutuneita luonnontieteiden opetukseen. Heidän luonnontieteiden osaaminen on erinomaista aivan kuten myös kahdeksaluokkalaisten kohdalla. Merkittävä piirre molemmissa ikäryhmissä oli se, että suomalaisnuorten tiedot ja taidot luonnontieteissä olivat paremmat kuin neljän huippumaan keskimäärin, mutta tiedon soveltamisessa ja päättelyssä he jäivät jälkeen. (Kupari ym. 2012a, 58, 120; Kupari, Vettenranta & Nissinen 2012b, 41–43, 73)

Suomalaisnuorten mielestä luonnontieteet ovat kyllä tärkeitä, mutta PISA -tutkimuksissa on ilmennyt, että ne ovat heidän mielestään vaikeita eivätkä ne kiinnosta heitä. Suomalaisissa kouluissa tapahtuvaa fysiikan ja kemian opetusta on syytetty muun muassa siitä, että opettaja esittää luokassa käsitteitä ja ilmiöitä, jotka oppilaiden tulee osata toistaa kokeessa (Lavonen & Laaksonen 2009). Suomessa on edelleen yleistä opettajakeskeisen pedagogiikka. Tätä tietoa tukevat esimerkiksi TIMMS -tutkimuksessa tehdyt havainnot opettajien vähäisestä pyrkimyksestä sitouttaa oppilaita opetukseen sekä Suomen erittäin vähäinen luonnontieteen opiskelusta pitävien ja sitä arvostavien oppilaiden osuus. Lisäksi suomalaiset opettajat sijoittuivat melko häntäpäähän siinä, kuinka he luottavat omaan taitoonsa opettaa luonnontieteitä; erityisen vaikeaa heidän oli järjestää opetusta oppilaslähtöiseksi. (Kupari ym. 2012a, 120; Kupari ym. 2012b, 41–43, 73.) Opettajakeskeisessä opetuksessa tiedot voivat Kauppilan (2007) mukaan jäädä ohueksi ja kiinnittymättä oppilaan omaan kokemuspiiriin sekä aiheuttaa stressaantumista. Sopivan haastava vaatimustaso nimittäin auttaa pitämään yllä motivaatiota, mutta liiallisena se voi viedä oppimisen ilon, ja mielekkyys

oppimisesta katoaa. Kauppilan (2007) mukaan oppimisen mielekkyyteen liittyy oleellisesti kokemus asioiden ymmärtämisestä sekä kyvystä tulkita opittua tietoa ja käyttää sitä hyväksi jokapäiväisessä elämässä.

Luonnontieteiden opetuksen tulisi kaiken muun opetuksen tavoin nojata opetussuunnitelmien perusteidenkin mukaan (Opetushallitus 2004; Opetushallitus 2014) konstruktivistiseen mutta myös osin realistiseen oppimiskäsitykseen. Niiden mukaan oppimisen katsotaan olevan seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta. Tutkimuksellisuus on tällaisen oppimiskäsityksen kanssa linjassa opetuksellisena lähestymistapana, ja lähtökohtana tulisi olla niin oppilaaseen kuin hänen elinympäristöönsä liittyvät havainnot ja ilmiöt sekä oppilaan aiemmat tiedot, taidot ja kokemukset (Puolimatka 2002: 41–44; Hakkarainen, Lonka & Lipponen 1999b: 11–13). Ilmeisesti edellä esitettyjä periaatteita ja tavoitteita ei TIMMS -tutkimustulosten mukaan ole kuitenkaan kyetty meillä vallalla olevien pedagogisten toimintatapojen ja opetussuunnitelmien sisältöjen takia siirtämään osaksi oppilaiden kokemusmaailmaa. (Kupari ym. 2012a, 72; Kupari ym. 2012b, 118.)

Tutkimuksellisesta näkökulmasta lähestymällä luonnontieteiden opetusta voidaan lisätä oppilaiden motivaation lisäksi ymmärrystä tieteen luonteesta ja sen ilmiöistä sekä kehittää heidän luonnontieteellistä ajattelu- ja päättelykykyä (Lavonen & Laaksonen 2009). Tällainen tieteen luonnetta kunnioittava tapa organisoida luonnontieteiden opetus on tutkimuksellista. Keskeistä heidän mukaansa tutkimuksellisessa opiskelussa ovat oppilaiden omat kysymykset ja aktiivisuus tiedon hankinnassa ja sen arvioinnissa. Nämä tavoitteet on mahdollista saavuttaa organisoimalla opetus oppilaslähtöisesti siten, että se tukee oppilaita aktiivisina tiedonprosessoijina ja auttaa heitä ottamaan vastuuta oppimisesta.

Koulua ympäröivä yhteiskunta on muuttunut viime vuosikymmeninä poikkeuksellisen paljon. Jotta perusopetus pystyy edelleen vastaamaan oppilaiden osaamistarpeisiin, on aika uudistaa opetusta ja pedagogiikkaa. Kuten edellä on ilmennyt, oppimismotivaatio pitää tuoda oppimistavoitteiden keskiöön myös käytännön opetuksessa. Samoin ongelmalähtöinen oppiminen, tutkiminen ja opetuksen liittäminen arkielämään ovat osoittautuneet tehokkaiksi opetusmenetelmiksi niin oppilaiden suoritusten kuin asenteidenkin kannalta (Commission of the European communities 2007; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson & Hemmo 2007).

Koulutustasoltaan suomalaiset peruskoulun opettajat ovat maailman pätevimpien opettajien joukossa maisterin tutkinnon suorittaneiden opettajien osuudella mitattuna. Mutta oppiainekohtaiseen täydennyskoulutukseen he osallistuvat kansainvälisesti katsoen kaikkein vähiten. (Kupari ym. 2012b, 72–73.). Yksi tapa täyttää kuilu opettajan perus- ja täydennyskoulutuksen välillä on muodostaa jatkumo koulutusten välille. Eri puolilla maailmaa on suunnitteilla ja kokeilussa konkreetteja täydennyskoulutusohjelmia runsaasti (esim. Whitenack & Swanson 2013; Darlin-Hammond 2006; Zeichner 2010; Teitel 2003). Kansainvälisissä täydennyskoulutustapauksissa korostuvat aineenhallintaan liittyvät koulutussisällöt. Lisäksi tavoitteena niissä on päästä opettajakeskeisestä ja tiukasti ylhäältäpäin ohjatusta opetuksesta oppilaskeskeiseen ja ilmiöitä

käsittelevään oppimiseen. (Whitenack & Swanson 2013; Darlin-Hammond 2006; Zeichner 2010).

Suomalaisten opettajien aineenhallinta on valmistumisen jälkeen korkealla tasolla, joten täydennyskoulutuksissa tulisi enemmän painottaa työelämässä vastaan tulevia sisältöjä, käytänteitä ja haasteita. Erityisesti yhteisöllisyyttä Helinin (2014) tutkimuksen mukaan voidaan pitää tulevaisuuden täydennyskoulutuksen kulmakivenä, kun visiona on työyhteisöjen kehittyminen oppivina organisaatioina. Hän asettaakin täydennyskoulutuksen tärkeimmiksi tavoitteiksi yhteistyön, työyhteisön ja sitoutumisen. Myös Wilson (2008) on tutkimuksessaan tullut siihen tulokseen, että ryhmän tuki ja kollegiaalisuus osoittavat yhteisöllisen ryhmän kehittävän opettajan ammatillista kasvua. Ajankohtaisia aiheita luonnontieteissä ovat yhteisöllisten ja toiminnallisten työtapojen, tutkivan oppimisen lähestymistapojen ja uuden teknologian integroiminen opetukseen.

Reflektoinnin tärkeys opettajan ammatillisessa kehittämisessä on tutkimusten mukaan ilmeinen. Wilsonin (2008) tutkimuksen mukaan reflektiota tarvitaan erityisesti, jotta muutokset johtavat kohti elinikäistä oppimista ja kehittymistä. Ferreira, Ryan ja Tilbury (2007) esittävät, että reflektio on ammatillisen kehittymisen kannalta välttämätöntä, sillä sitoutuminen kehittymiseen kasvaa reflektion kautta. Jotta reflektointi on mahdollista, on ympäristön oltava Kort-hagenin (1994) mukaan reflektointia sallivan. Tähän kuuluu niin kouluttajan asenne kuin myös kanssakäyminen kollegojen kanssa.

Tehokas opettaja auttaa opiskelijoita pysymään kiinnostuneina ja kehittämään positiivista asennetta luonnontieteitä kohtaan. Hän pystyy työllistämään opiskelijat tuotoksia aikaansaavaan luonnontieteiden opiskeluun (Schreiner & Sjöberg 2004). Tutkimuksellisen opiskelun avulla on mahdollista pitää ihmettely ja uteliaisuus elävänä luokkahuoneessa ja sen on todettu tukevan myös korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymistä. (Ks. esim. Lavonen, Juuti, Meisalo, Uitto & Byman s.a.; Aksela 2005; Collins, Osborne, Ratcliffe, Millar & Duschl 2001.) Tutkimuksellinen opettaminen on myös EU:n suosittama työtapo opetukseen (Rocard ym. 2007). Kemian opetuksen ja opiskelun tutkiminen sekä kehittäminen ovat erittäin ajankohtainen ja tärkeä aihe myös Suomessa. Jotta meillä olisi tulevaisuudessakin kemiasta innostuneita osaajia, on kemian opiskelu voitava aloittaa asiansa osaavien ja motivoituneiden luokanopettajien opastuksella. Siksi on tärkeää järjestää luokanopettajille kemian täydennyskoulutusta ja luokanopettajakoulutuksessa FyKe-kurssi niin, että luokanopettaja-opiskelijoille herää innostus päästä toteuttamaan koulutuksessa merkitykselliseksi kokemaansa käytännössä. On havaittu, että on haastavaa herättää ja ylläpitää lasten sekä nuorten mielenkiintoa ja motivoida heitä näkemään luonnontieteiden ja tekniikan alat mielenkiintoisina ja houkuttelevina. Tässä tarvitaan luokanopettajaa, jolla on tietotaitoa ja kokemusta, mutta ennen kaikkea uskallusta ja innostusta toteuttaa luonnontieteiden opetusta tutkimuksellisesti ja liittämällä sitä lasten elämismaailmaan.

## 1.2 Tutkimuksen päämäärä ja tutkimuskysymykset

Väitöskirjatutkimukseni on kehittämistutkimus. Sen päämäärä on varsin pragmaattinen: kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa sekä sisällöllisiä että menetelmällisiä työkaluja kemian opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Asettamaani tavoitteeseen pyrin tutkimalla ja kehittämällä kemian tutkimuksellisen opiskelun menetelmää ja tapaa, oppimisympäristöä ja -välineitä sekä niiden kehittämiskäytäntöjä. Toimintaympäristönä kehittämistutkimuksessa ovat luokanopettajan täydennyskoulutus ja aikuiskoulutus autenttisisessa oppimisympäristössä, johon kuuluu myös oppilaiden mukanaolo osa-aikaisesti.

Käytännössä tutkimushankkeen aikana kehitetään aluksi alakoulun kemian opettamista tukemaan tarkoitettua täydennyskoulutusmallia, joka perustuu aikaisempaan tutkimustietoon, luokanopettajien tarpeisiin sekä noudattaa voimassa olevia opetussuunnitelman perusteita. Tutkimuksen jatko-osassa edellä kerrottua täydennyskoulutusmallia pohjana käyttäen kehitetään luokanopettajan aikuiskoulutuksessa heidän käyttöönsä FyKe-kurssimalli.

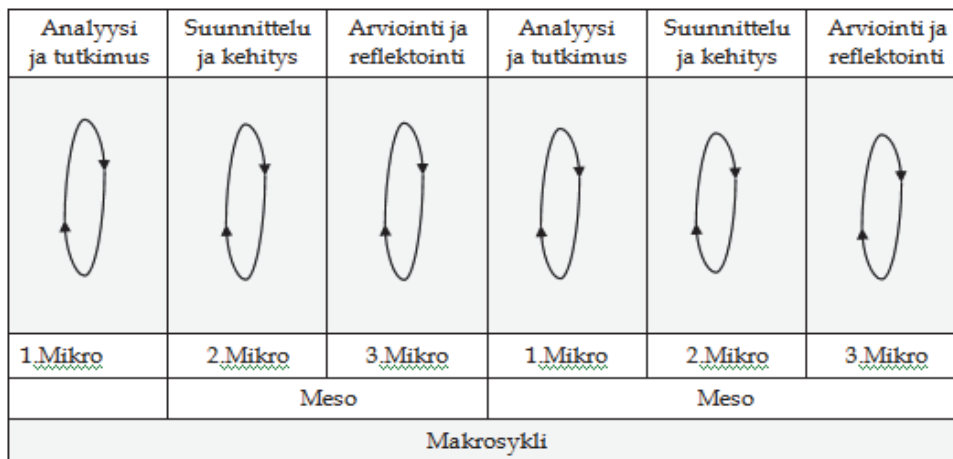
Ohjenuorana tutkimuksessa toimivat kolme päätutkimuskysymystä, jotka käsittelevät kehittämistutkimuksen kolmea ydinosa-aluetta (Edelson 2006; 2002). Kysymykset ovat seuraavat:

- *Kehittämistuotos:* Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella?
- *Ongelma-analyysi:* Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajakoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle?
- *Kehittämisprosessi:* Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämislle?

Edellä oleviin päätutkimuskysymyksiin liittyen kehittämistutkimuksessani pyrin Edelsonia (2006; 2002) mukailen tuottamaan seuraavanlaista tietoa: 1) kehittämistutkimusprosessin myötä toimintaa ja ajattelua ohjaavaa tietoa tutkimuksellisen kemian opetuksen opettajakoulutuksen järjestämisestä, 2) ongelmanalyysin kautta kontekstisidonnaista tietoa tutkimuksellisuudesta kemian opiskelussa osallistavassa luokanopettajakoulutuksessa sekä saavuttamaan 3) kehittämistuotoksena kehittämistutkimuksen tavoitteen, joka on ajattelua ja toimintaa ohjaava malli niin luokanopettajan tutkimuksellista kemianopetusta tukevalle täydennyskoulutukselle kuin myös luokanopettajakoulutuksen FyKe-kurssia varten.

### 1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaus

Tutkimuksessani käytän kehittämistutkimuksen rakenteena McKenney'n ja Reevesin (2012, 76–78) hahmottamaa syklimallia. Kehittämistutkimuksen rakenteen he hahmottavat mikro-, meso- ja makrosyklisenä, joilla he kuvaavat kokonaistutkimusta ja sen osatekijöitä kuvion 1 tapaan.



KUVIO 1 Mikro- meso- ja makrosyklit kehittämistutkimuksessa McKenneytä ja Reevesiä (2012, 78) mukaillen

Makrosykli, joka kuvaa koko kehittämistutkimushanketta, on pääsykli, ja sen sisällä on kolmenlaisia mikrosyklejä: analyysi ja tutkimus (1. mikrosykli), suunnittelu- ja kehitys (2. mikrosykli) sekä arviointi ja reflektointi (3. mikrosykli). Usein raportoinnin selkeyttämiseksi makrosykli jaetaan mesosykleihin, joissa on yhdistetty useampien mikrosyklar toimintoja kokonaisuuksiksi. Yhden mesosyklin aikana voidaan esimerkiksi luoda kehittämistutkimuksessa toimintamallin prototyyppi (suunnittelu ja kehitys) ja testata (arviointi ja reflektointi) se. Kuvion 1 esimerkkiprosessissa mikrosyklejä on kuusi.

Kuviossa 2 olen hahmottanut oman tutkimukseni syklistä rakennetta.

1. mikro	1. mikro	2. mikro	3. mikro	2. mikro	3. mikro	1. mikro	2. mikro	3. mikro	2. mikro	3. mikro	1. mikro	2. mikro	3. mikro	1. mikro	2. mikro	3. mikro
	1. Meso	2. Meso		1. Meso	2. Meso	3. Meso		1. Meso	2. Meso							
	Ensimmäinen aalto			Toinen aalto						Kolmas aalto						
Makrosykli - Kehittämistutkimus																

KUVIO 2 Makro-, meso- ja mikrosykliä tässä tutkimuksessa

Kehittämistutkimuksessani makrosykli koostuu koko tutkimuksen aloittavasta mikrosyklistä sekä yhteensä seitsemästä mesosyklistä. Makrosyklin aloittava mikrosykli sisältää teoreettisen ongelma-analyysin. Tutkimuksessani makrosyklin seitsemän mesosykliä ryhmitteivät luontevasti kolmeksi aalloksi. Ensimmäinen aalto koostuu kahdesta mesosyklistä ja niistä ensimmäisessä on kolme ja toisessa kaksi mikrosykliä. Toisessa aallossa puolestaan on kolme mesosykliä, joista ensimmäisessä ja kolmannessa on kolme ja toisessa kaksi mikrosykliä. Kolmas aalto koostuu kahdesta mesosyklistä, ja niissä molemmissa on kolme mikrosykliä. Mikrosyklejä koko kehittämistutkimuksessani on täten kaikkiaan 20 kappaletta.

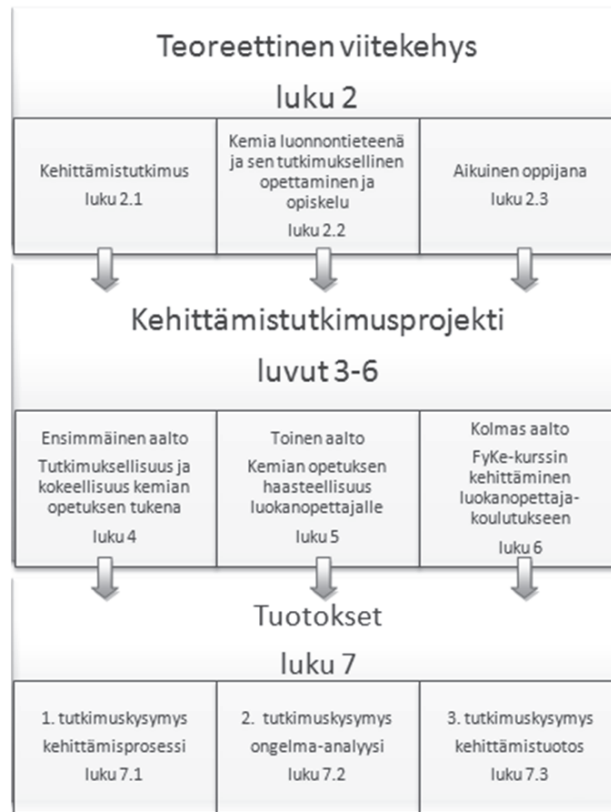
Varsinaisessa kehittämistutkimuksen raportoinnissa eli kehittämiskuvauksessa pyrin kuvaamaan kehittämisprosessin mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Esimerkiksi Bell, Hoadley ja Linn (2004) korostavat artikkelissaan, että tieteellisen luotettavuuden saavuttamiseksi kuvauksen tulee olla riittävän yksityiskohtaisesti laadittu, jotta lukija voi halutessaan toistaa kehittämisasetelman. Käytännössä tämä tuskin on mahdollista, koska testijoukot ja kulttuuriset olosuhteet eivät koskaan ole identtisiä.

Kehittämistutkimuskirjallisuudessa käydyn keskustelun perusteella kehittämisraportoinnin syklisyydestä johtuen ei noudata perinteistä tieteellisen raportoinnin kaavaa, jossa julkaisu sisältää johdannon ja tiivistelmän lisäksi neljä osiota: teoreettinen viitekehys, tutkimusmenetelmät, tulokset ja pohdinta. Sen sijaan kehittämisraportointi voi sisältää esimerkiksi viisi osiota, jotka Collinsin, Josephin ja Bielaczycin (2004) mukaan ovat seuraavat:

1. teoriaan ja kontekstiin kytketyt kehittämistavoitteet
2. tutkimusasetelman tarkka kuvaus, jotta syklittäisten muutosten arviointi mahdollistuu
3. syklittäiset kehittämiskuvaukset, joista ilmenee, miksi ja millaisia muutoksia kehittämisessä tehtiin
4. syklittäiset kehittämistulokset
5. pohdintaosuus, jossa otetaan kantaa kehittämisen mahdollisuuksiin ja haasteisiin.

Kehittämiskuvaus voidaan julkaista esimerkiksi yksittäisinä artikkeleina (Edelson 2002), artikkelisarjana tai monografiana (Juuti & Lavonen 2006). Oman ke-

hittämistutkimukseni raportoin monografiana. Tutkimukseni raportoinnin rakennekaaviossa (kuvio 3) olen mallintanut teoreettisen viitekehysten, kehittämistutkimusprosessin kolmen aallon ja päätutkimuskysymyksiin saatujen vastausten välisiä yhteyksiä.



KUVIO 3 Tutkimuksen raportoinnin rakennekaavio

Väitöskirjatutkimukseni koostuu kolmena aaltona tehdyistä kehittämistutkimuksista, joissa kehittäjä- ja erityisesti kohderyhmät eroavat toisistaan. Raportoitaessa ne muodostavat tutkimuksen makrosyklin yhdessä koko tutkimusta ohjaavan teoreettisen ongelma-analyysin rajaaman viitekehysten (luku 2) kanssa. Viitekehys koostuu kolmesta osasta: Kehittämistutkimus lähestymistapana (luku 2.1), Tutkimuksellisuus kemian opetukseen (luku 2.2) sekä Kohti osallistavaa opettajankoulutusta (2.3).

Luvussa 3 esittelen tutkimukseni menetelmäpolun rakentumista ja sen toteutumista kolmiaaltoisena kehittämistutkimuksena. Menetelmäpolku (luku 3.1) rakentuu päätutkimuskysymysten pohjalta tutkimuksen aikana tarkentuneiden tutkimustehtävien ratkaisemiseen käytetyistä tutkimusmenetelmistä (luku 3.1.1), niiden taustalla vaikuttavista tieteenfilosofisista sitoumuksista (luku 3.1.2) ja käytetyistä aineiston hankinta- ja analyysimenetelmistä (luvut 3.1.3-4)

sekä teorianmuodostuksesta kehittämistutkimuksessa (luku 3.1.5). Luvussa 3.2 esittelen väitöskirjatutkimukseni kolmena aaltona tapahtuvan kehittämistutkimuksen toteuttamista prosessikaavion avulla.

Kehittämistutkimuksen kolme aaltoa raportoin luvuissa 4–6. Ensimmäisessä aallossa (luku 4) kehitettiin ja toteutettiin sekä arvioitiin kahdessa perättäisessä mesosyklissä toteutettua, peruskoulun opettajille tarkoitettua täydennyskoulutusmallia, jossa tutkimuksellisuus on kemian opetuksen tukena. Päävastuu kehittämisestä ja toteutuksesta oli suunnittelu- ja kouluttajaparilla, joista toinen olin. Koulutuksessa mukana olleet peruskoulun opettajat osallistuivat kehittämisprosessiin olemalla aktiivisesti mukana koulutuksessa sekä arvioimalla tuotosta eli koulutusta. Ensimmäisen aallon ensimmäinen täydennyskoulutus (1. mesosykli) sisälsi täydennyskoulutuksen suunnittelun ja toteutuksen (1. mikrosykli) ja sen arvioinnin (2. mikrosykli). Toinen täydennyskoulutus (2. mesosykli) oli näin kehitetyn täydennyskoulutusmallin jatkokehittämistä ja sen toteutusta (1. mikrosykli) sekä arviointia (2. mikrosykli). Mikrosyklejä ensimmäisessä aallossa oli yhteensä viisi (ks. kuvio 2).

Luokanopettajille suunnattua kemian opetuksen täydennyskoulutusmallia kehitettiin, toteutettiin ja arvioitiin yhdessä koulutukseen osallistuneiden luokanopettajien kanssa (luku 5) kehittämistutkimuksen toisessa aallossa kolmena mesosyklinä. Päävastuu kehittämisestä ja toteutuksesta oli johtamallani suunnittelu- ja kouluttajaryhmällä. Samoin kehittämisen päävaiheiden koordinointi kuului minulle. Koulutuksessa olleet luokanopettajat osallistuivat tarveanalyysivaiheeseen (1. mikrosykli) vastaamalla alkukyselyyn, kehittämisprosessivaiheeseen osallistumalla aktiivisesti koulutukseen ja käytyihin keskusteluihin (2. mikrosykli) sekä lopuksi arvioimalla koulutusta (3. mikrosykli). Yhteensä mikrosyklejä toisessa aallossa oli kahdeksan (ks. kuvio 2).

Kolmannessa aallossa (luku 6) raportoin luokanopettajan aikuiskoulutuksessa kahtena mesosyklinä kehitettyä FyKe-kurssimallia. Kumpikin mesosykli sisälsi tarveanalyysi-, suunnittelu- ja toteutus- sekä arviointi-mesosyklin. Työparini kanssa olemme yhdessä vastanneet kurssin kehittämisestä. Luokanopettajaopiskelijat osallistuivat kurssin kehittämiseen tarveanalyysi- ja arviointivaiheissa vastaamalla kyselyihin sekä kirjoittamalla reflektioivaa prosessipäiväkirjaa koko kurssin ajan ja osallistumalla aktiivisesti koulutukseen ja sen aikana käytyihin keskusteluihin. Yhteensä mikrosyklejä kolmannessa aallossa oli kuusi (ks. kuvio 2).

Luvussa 7 teen yhteenvedon kehittämistutkimuksesta ja vastaan kokoavasti kaikkiin päätutkimuskysymyksen luvuissa 7.2–7.4. Tämän lisäksi teen tutkimuksen pätevyys- ja eettisyystarkastelua (luku 7.4) sekä pohdin tutkimuksen merkitystä sekä esittelen mahdollisia jatkotutkimuskohteita (luku 7.5).



## 2 KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI

Kehittämistutkimus on ennen kaikkea käytännönläheistä. Kuitenkin siinä korostuu tutkimuksellisen otteen ja teoreettisen perustan merkitys käytännön kehittämistyössä (Gravemeijer & Cobb 2006). Suunnitteluperiaatteiden ja toteutusmallien luominen nähdään teoreettiseksi kehittelyksi. Koko kehittämistutkimus lähtee liikkeelle tutkimuksen viitekehyksen hahmottamisesta eli teoreettisesta ongelma-analyysistä olemassa olevan tieteellisen ymmärryksen ja teorian avulla. Tätä tieteellistä ymmärrystä ja teoriaa tarvitaan myös muotoiltaessa ratkaisusuunnitelmaa varsinaiseen tutkimusongelmaan. (Esim. McKenney & Reeves 2012, 13.)

Tässä kehittämistutkimuksessa kehitetään luokanopettajille heidän kanssaan koulutusta tutkimukselliseen kemian opetukseen. Tästä syystä teoreettinen ongelma-analyysi koostuu ensinnäkin kehittämistutkimuksen hahmottamisesta saatavilla olevan kirjallisuuden pohjalta (luku 2.1). Jotta tutkimuksellisuus saataisiin osaksi kemian opetusta, luvussa 2.2 kootaan tutkittua tietoa kemiasta empiirisenä luonnontieteenä ja sen opetuksen tavoitteista sekä tutkimuksellisuudesta opetuksessa. Näiden pohjalta luodaan suuntaviivat tälle kehittämistutkimukselle. Koulutettavina ovat opettajat ovat aikuisia, jotka tulevat koulutukseen oman elämäkokemuksensa ja työkokemuksensa kanssa. Jotta koulutus kohtaa heidän maailmansa, luvussa 2.3 selvitetään tutkitun tiedon pohjalta, mitä haasteita ja mahdollisuuksia aikuisen oppijan kohtaaminen tuo koulutuksen järjestämiseen.

### 2.1 Kehittämistutkimus lähestymistapana

Tutkimukseni lähestymistavaksi määrittelen kehittämis- eli designitutkimuksen, jolla on yhtymäkohtia toimintatutkimukseen (action research) (esim. Järvinen 2007; Cole, Puraio, Rossi & Sein 2005), mutta etenkin osallistavaan toimintatutkimukseen (participatory action research), jota esimerkiksi Eilks ja Ralle (2002)

suosittelevat kemian opetuksen tutkimiseen. Heikkinen, Kontinen ja Häkkinen (2008) katsovat kehittämistutkimuksen edustavan jopa yhtä toimintatutkimuksen suuntauksista.

Tässä luvussa hahmotan aluksi (luku 2.1.1) kokonaisvaltaista kuvaa kehittämistutkimuksen teoreettisista perusteista ja toteutustavoista käymällä läpi eri tutkijoiden tekemiä määrittelyjä ja korostuksia kehittämistutkimukselle antamista lähtökohdista, näkökulmista ja määrittelyistä. Niiden pohjalta kiteytän pikkuhiljaa oman tutkimukseni paikkaa kehittämistutkimuskentässä taulukon 3 muotoon. Luvussa 2.1.2 esittelen tarkemmin kehittämistutkimuksen roolia omassa tutkimuksessani.

### 2.1.1 Kehittämistutkimuksen taustaa ja sen toteuttamistapoja

Kehittämistutkimus-nimitystä on käytetty opetuksen ja kasvatuksen tutkimuksessa 1990-luvun alusta lähtien. Alan ensimmäiset tutkimusartikkelit julkaistiin vuonna 1992 Brownin (1992) ja Collinsin (1992) toimesta. Englannin kielessä yleisesti käytettyjä nimiä tämältyyppiselle kehittämistutkimukselle ovat *design experiments* (Brown 1992; Collins 1992), *design research* (Kelly 2004; Bereiter 2002; Cobb 2001) *design-based research* (Wang & Hannafin 2005) ja *developmental research* (Richey & Nelson 1996; van der Akker 1999) sekä ehkäpä uusimpana *educational design research* (van der Akker ym. 2006; McKenney & Reeves 2014; 2012). Suomeksi kehittämistutkimus -käsitteen rinnalla käytetään käsitettä design-tutkimus (Juuti & Lavonen 2013; Korhonen 2013) sekä kasvatustieteellinen design- eli suunnittelututkimus (Kiviniemi 2015). Varhaisen kasvatustieteellisen design- kehittämistutkimuksen taustalla näyttää olevan tekniikan alan tutkimukseen kuuluva suunnittelutiede (design research) ja siihen liittyvän tuotekehittelyn periaatteet (Collins ym. 2004; Brown 1992; Collins 1992).

Kasvatustieteen piirissä tehtävä kehittämistutkimus, *educational design research*, on McKenneyn ja Reevesin (2014; 2012) mukaan kehittämistutkimusta, joka osallistuu sekä ongelmanratkaisuun käyttämällä hyväkseen saatavilla olevaa tietoa että kehittämisprosessin avulla kehittää uutta tietoa. Kehittämistutkimus on siten tutkimustapa, missä ratkaisujen iteratiivinen kehittäminen käytännöllisiin ja monimutkaisiin ongelmiin käytännön tilanteissa tarjoaa puitteet tieteelliselle tutkimukselle ja tuloksena on myös uutta tietoa, jota toiset voivat käyttää hyväkseen omassa työssään. Suomessa kehittämistutkimuksen käyttö on lisääntynyt tällä vuosituhanella etenkin matematiikan ja luonnontieteiden sekä tieto- ja viestintätekniikan opetuskäyttöön liittyvissä tutkimuksissa (esim. Vesterinen 2012; Perna 2011; Tauriainen 2009; Leppäaho 2007; Hassinen 2006; Aksela 2005; Juuti 2005).

Kehittämistutkimuksesta on tähän mennessä julkaistu jonkin verran menetelmään keskittyviä teoksia ja artikkeleita, joiden pohjalta on käyty tieteellistä keskustelua mm. tutkimusmenetelmistä, toteuttamismalleista ja raportointitavoista (esim. McKenney & Reeves 2014; McKenney & Reeves 2012; Anderson & Shattuck 2012; Wang & Hannafin 2005; Barab & Squire 2004; Bell 2004a; Collins ym. 2004; Design- Based Research Collective 2003; DiSessa & Cobb 2004; Edelson 2002). Tuorein suomeksi ilmestynyt menetelmään keskittynyt artikkeli on

Kiviniemen (2015) kirjoittama Design -eli suunnittelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Sitä ennen vuonna 2013 ilmestyi suomenkielinen kehittämistutkimuksen teoreettista taustaa käsittelevä kirja Kehittämistutkimus opetus- ja kasvatusalalla, jonka on toimittanut Johannes Pernaa (2013). Edellisenä vuonna oli ilmentynyt ammattikorkeakouluopiskelijoille suunnattu Jorma Kanasen (2012) kirjoittama kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Se liikkuu toimintatutkimuksen ja kehittämistutkimuksen välimaastossa; Kanasen käyttämä englanninkielinen termi kehittämistutkimukselle onkin Action research.

Kehittämistutkimusta voi luonnehtia pragmaattiseksi, opetuskäytäntöjen kehittämiseen tähtääväksi tutkimusotteeksi. Juuti ja Lavonen (2006) esimerkiksi tarkastelevat opetuksen tutkimuksen pragmatistista lähestymistapaa, jossa tieto ja toiminta kohtaavat. Heidän mukaansa opettaminen ja oppiminen sekä opettajan toiminta luokassa ovat asioita, joita ei voi erottaa toisistaan. Pragmatistisen näkemyksen mukaan pelkästään positivistinen tai konstruktivistinen lähestymistapa ei anna oikeaa näkökulmaa tutkittavaan asiaan. Jotta triangulaatio (erilaisten aineistojen, teorioiden ja menetelmien käyttö) olisi opetuksen tutkimuksessa Lincolnin ja Guban (2005) mukaan mahdollisimman hyvä, pitää tutkijan, opettajan ja oppimisympäristön välisen vuorovaikutuksen toimia. Kuitenkin opetuksen tutkimuksen yleiseksi ongelmaksi on havaittu juuri heikko yhteys tutkimusmaailman ja käytännön opetustyön välillä. Tästä syystä tutkimuksia on ollut vaikea siirtää tukemaan käytännön koulutyötä. Kehittämistutkimukselle sen sijaan esimerkiksi Bereiterin (2002) mukaan on ominaista, että a) tutkimus on osa kehittämisprosessia, jossa tutkimus tapahtuu tiiviissä yhteistyössä toimijoiden kanssa, b) siinä on interventioita, ja siinä pyritään saamaan aikaan muutosta, c) tavoitteena tutkimuksen avulla on ratkaista ongelmia, jotka on muotoiltu havaittujen epäkohtien pohjalta, d) tutkimuksen päämäärä kehkeytyy tutkimusprosessin kuluessa sekä e) tutkimus on visionääristä, mahdollisuuksia pohtivaa ja testaavaa. Edelsonin (2006; 2002) mukaan kehittämistutkimuksessa, joka samalla on tutkijalle oppimistilanne, kehittäminen ja tutkiminen yhdistyvät teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältävässä prosessissa. Barabin ja Squiren (2004) puolestaan korostavat, että kehittäminen perustuu teoriaan ja kehittämistutkimuksen tarkoitus on myös tuottaa uutta teoriaa.

Edellä esitetyt kuvaukset kehittämistutkimuksen ominaisuuksista (Bereiter 2002; Barab ja Squire 2004; Edelson 2006; 2002) sopivat hyvin määrittelemään omaa tutkimustani: siinä tehdään osallistuvaa interventiota, suunnittelu, käytännön toiminta ja tutkimus nivoutuvat yhteen, se lähtee käytännön työssä havaitusta tarpeesta, ja sen päämäärä muotoutuu tutkimuksen kuluessa. Omasa tutkimuksessani tuote kehkeytyy pikkuhiljaa vaihe vaiheelta. Sekä järjestelyt että toimintatavat ja menetelmät hioutuvat ja tarkentuvat matkan varrella. Aikaa myöten selkenee, mitä koulutuksessa kannattaa ja mitä ehdottomasti ei kannata ottaa mukaan. Tämän lisäksi sopii tutkimukseeni hyvin Edelsonin (2006; 2002) määrittely siitä, että kehittämistutkimuksen tarkoitus on olla tutkijalle oppimistilanne, sillä kehittämistutkimuksen aikana ja sen avulla pyrin lisäämään omaa ymmärrystäni kemian opettamisesta, oppimisesta ja opetusjärjestelyistä. Vaikka kehittämistutkimusta kuvaa hyvin systemaattisuus, on se silti

Wangin ja Hannafinin (2005, 6–12) mukaan joustava opetuksen teorian ja käytännön kehittämiseen. He samoin kuin Anderson ja Shattuck (2012) ovat tehneet koosteen eri tutkijoiden näkemyksistä kehittämistutkimuksesta. Em. kahta kokooma-artikkelia pohjana käyttäen Kiviniemi (2015) on kiteyttänyt seuraavat kuusi keskeistä design-tutkimuksen ominaispiirrettä: 1) Kehittämistutkimuksen keskeisenä lähtökohtana on pragmaattisuus, 2) Tutkimuksellinen kehitystyö perustuu sekä käytäntöjen että niitä suuntaavien teoreettisten näkemysten kehittämiseen, 3) Kehittämistyö on iteratiivista ja syklistä, 4) Tutkimukselle on ominaista kehittämiskumppanuus tutkijoiden, asiantuntijoiden ja käytännön toimijoiden kesken, 5) Tutkimus on tavallisesti luonteeltaan monimenetelmäistä ja 6) Tutkimus on luonteeltaan kontekstuaalista (taulukko 1).

TAULUKKO 1 Kehittämistutkimuksen piirteet (Wangiin ja Hannafiin 2005 sekä Andersoniin ja Shattuckiin 2012 perustuen ja Kiviniemeä 2015, 223 mukailten)

Design-tutkimuksen ominaispiirre	Ominaispiirteen kuvaus
Suunnitteluperiaatteiden kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehittämistyö johtaa käytännöllisten suunnitteluperiaatteiden ja -mallien kehittämiseen sekä kehittämistyöhön perustuvaan teoretisointiin.</li> <li>• Luotujen kehittämis- ja suunnitteluperiaatteiden sisältö ja syvyys vaihtelevat.</li> <li>• Toisaalta suunnitteluperiaatteet ja toimintamallit ovat sidoksissa kehittämiskontekstiinsa, toisaalta tavoitellaan niiden hyödynnettävyyttä myös muissa konteksteissa.</li> </ul>
Teoria- ja käytäntöperustaisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehittämistutkimus toteutetaan aidoissa olosuhteissa.</li> <li>• Tavoitteena on kehittää ratkaisuja kasvatuksen ja koulutuksen käytännöistä nouseviin haasteellisiin ja monimutkaisiin ongelmiin.</li> <li>• Kehittämistyö on teoriaperustaista ja perustuu relevanttiin tutkimukseen, teoriaan ja myös käytännön olosuhteiden tuntemukseen.</li> <li>• Teorian arvo määrittyy sen mukaan, missä määrin sitä käytetään hyödyntämään käytännössä ja missä määrin sen avulla pystytään kehittämään käytäntöä.</li> <li>• Design-tutkimus kehittää sekä teoriaa että käytäntöä.</li> </ul>
Iteratiivisuus ja syklistyys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehittämisprosessi muodostuu jatkuvasti kehittyvistä analysoinnin, suunnittelun, toteutuksen ja uudelleen suunnittelun sykleistä.</li> <li>• Alustava suunnitelma on tavallisesti riittävän väljä, niin että siihen voidaan tehdä tarkoituksenmukaisia muutoksia tarvittaessa.</li> </ul>
Eri tutkimusmenetelmien joustava hyödyntäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkimuksen uskottavuuden maksimoimiseksi käytetään useita tutkimusmenetelmiä (mixed methods – lähestymistapa).</li> <li>• Tutkimusmenetelmät vaihtelevat prosessin eri vaiheissa sen mukaisesti, millaisia uusia tarpeita ja teemoja nousee esille ja miten tutkimuksen painopiste kehittyi.</li> <li>• Tieteellistä kurinalaisuutta ja tieteellisiä periaatteita sovelletaan kuhunkin kehitysvaiheeseen sopivalla tavalla</li> </ul>

Yhteistyöhön perustuva kumppanuus tutkijoiden ja käytännön toimijoiden kesken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehittämistyötä tekevät suunnittelijat tai tutkijat työskentelevät yhdessä käytännön toimijoiden kanssa.</li> <li>• Yhteistyö kattaa kehittämistutkimuksen eri vaiheet; alustavan ongelman tunnistamisen, teoreettiseen kirjallisuuteen perehtymisen, suunnittelumallien rakentamisen, toteutuksen ja arvioinnin sekä yleistettävissä olevien teoreettisten periaatteiden ja suunnitteluperiaatteiden luomisen.</li> </ul>
Kontekstuaalisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkimusprosessi, tutkimustulokset ja alkuperäiseen kehittämissuunnitelmaan liittyvät muutokset dokumentoidaan</li> <li>• Tutkimustulokset kuvataan yhteydessä kehittämisprosessiin ja olosuhteisiin.</li> </ul>

Yllä olevaan taulukkoon 1 viitaten omassa tutkimuksessani tavoitteena on kehittää käytäntöä eli täydennyskoulutusmalli luokanopettajan kemian opetusta tukevaan täydennyskoulutukseen sekä FyKe-kurssimalli luokanopettajaopiskelijoiden koulutukseen. Kehittämistutkimuksen aikana yhteistyö tutkijan ja suunnitteluryhmän sekä kouluttajaryhmän ja koulutuksessa mukana olevien eli kohderyhmän kanssa on kiinteää. Tutkimukseni perustuu teoriaan sekä sen soveltamiseen käytäntöön, ja uutta teoriaa muodostetaan. Tutkimuksen aikana käytetään useita menetelmiä niin aineiston hankinnassa kuin myös sen analysoinnissa. Joustavuus tulee esille esimerkiksi siinä, että tutkimus hakee muotoaan koko tutkimuksen ajan ja tutkimuskysymykset tarkentuvat tutkimuksen edetessä. (Vrt. Kiviniemi 2015; Anderson & Shattuck 2012; Wang & Hannafin 2005; Collins ym. 2004; Richey ym.2004a; Design-Based Research Collective 2003; Edelson 2002; van der Akker 1999.)

Kehittämistutkimuksessa Barabin ja Squiren (2004) mukaan kehittämisen laatua pidetään yllä pragmaattisilla ratkaisuilla, jotka toteutetaan käytännön kehittämistilanteissa. Pragmaattinen lähestymistapa on selkeästi esillä myös Juutin ja Lavosen (2006) esittämässä toiminnan ja tutkimuksen yhdistävässä kehittämistutkimuksessa. Kuten edellä jo tuli esille, heidän mukaansa opettaminen ja oppiminen sekä opettajan toiminta luokassa ovat asioita, joita ei voi erottaa toisistaan ja kehittämistutkimuksen ominaisuuksia ovat seuraavat: 1) iteratiivinen kehittäminen lähtee muutoksen tarpeesta, 2) kehittäminen johtaa käyttökelpoiseen tuotokseen ja 3) kehittäminen tuottaa opetusta edistävää tietoa. Pragmaattinen lähestymistapa tutkimuksessa korostaa tiedon ja toiminnan kohtaamista. Kehittämistutkimuksessa tieto on sidoksissa kehittämisprosessiin, sen aikana tapahtuviin vuorovaikutuksiin ja saavutettuihin tuotoksiin (Juuti & Lavonen 2013, 48–49), joten tietoa saadaan toiminnan kautta ja siten kehittämistutkimuksessa tieto on konstruktio, joka sijaitsee innovaation kehittämis- ja koikeiluprosessissa ja siinä esiintyvissä vuorovaikutuksissa.

Omassa tutkimuksessani tutkimuksen päämäärät sekä toiminta tutkimuksen aikana ovat hyvin pragmaattiset. Tavoitteena on käytännön kehittämistilanteissa saada aikaan koulutusmalleja luokanopettajakoulutukseen. (Vrt. Juuti & Lavonen 2013; Juuti & Lavonen 2006; Barab & Squire 2004.)

Keskeistä kehittämistutkimuksessa on, että kehittäminen pohjaa teoriaan ja siinä tuotetaan uutta teoriaa. DiSessa ja Cobb (2004) esittelevät kehittämistutkimukseen liittyvät neljä teorialuokkaa ja pohtivat, millaisia mahdollisuuksia

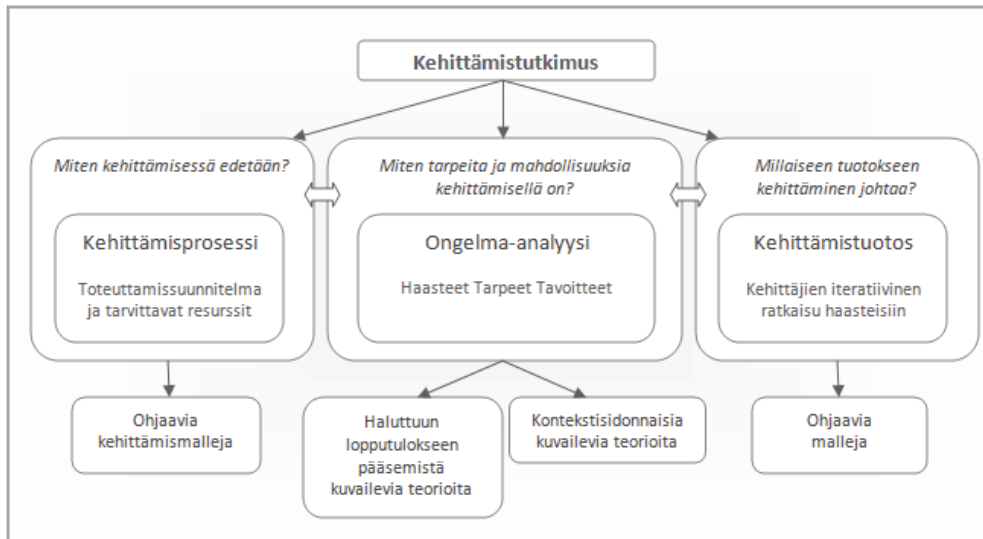
ne kehittämistutkimukselle antavat. Teorialuokat ja niiden pääperiaatteet olen koonnut seuraavaan taulukkoon 2.

TAULUKKO 2 Teorialuokat ja niiden pääperiaatteet (DiSessa ja Cobbia 2004 mukailten)

Teorialuokat	Pääperiaatteet
<i>Pääteoriat</i> (esim. kemiassa empirismi ja sen myötä kokeellisuus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• käsittelevät asioita hyvin yleisellä tasolla</li> <li>• niihin pohjautuvan kehittämisen haasteena on vastata yksityiskohtaisiin kehittämistarpeisiin</li> <li>• pysyvät voimassa pitkään</li> </ul>
<i>Ajattelua ohjaavat teoriat</i> (esim. konstruktivismi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahdollistavat opetukseen ja oppimiseen liittyvän kehittämisen käsitteellistämisen</li> <li>• haasteena on yleistettävyys</li> <li>• tietoa saadaan vain tietyn ryhmän käsityksistä tai toiminnasta</li> </ul>
<i>Toimintaa ohjaavat teoriat</i> (esim. tutkimuksellisuus opiskelussa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• soveltuvat usein kehittämistutkimuksen teoriapohjaksi</li> <li>• kehittämistutkimus tuottaa käytännön ratkaisuja</li> <li>• haasteena on teorioiden monitahoisuus</li> </ul>
<i>Oppiainekohtaiset teoriat</i> (kemian opetus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahdollistavat esimerkiksi tietyn ilmiön tai työtavan opettamiseen kehitettävien toimintamallien kehittämisen ja testaamisen</li> </ul>

Teorian kehittämisen avuksi DiSessa ja Cobb (2004) esittelevät teoriatyökalun nimeltään ontologinen innovaatio, joka tarkoittaa kehitteillä olevan idean tai asian olemassaolon tilaa kehittämisprosessin aikana. Heidän mukaansa ontologinen innovointi mahdollistaa mm. teoreettisen ajattelun kytkemisen empiiriseen aineistoon ja toimivien ajattelumallien kehittämisen, testaamisen ja yleistämisen, jota kautta saadaan syntymään uutta teoriaa. Omassa tutkimuksessani syntyy ajattelua ja toimintaa ohjaavaa teoriaa koulutuksen järjestämisestä sekä oppiainekohtaista teoriaa koulutusmallin kehittämisestä (vrt. DiSessa & Cobb 2004).

Edelsonin (2006; 2002) teoriat tiedon tuottamisesta kehittämistutkimuksessa nousevat omassa kehittämistutkimuksessani keskeiseen asemaan. Edelsonin mukaan kehittämistutkimuksella tuotettu tieto antaa vastauksia kolmenlaisiin peruskysymyksiin: 1) Miten kehittämisessä edetään? 2) Millaisia ovat kehittämisen päämäärät, tarpeet, haasteet ja mahdollisuudet? 3) Millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa? Nämä Edelsonin (2006; 2002) esittämät peruskysymykset ovat olleet perustana omien päätutkimuskysymysten laadinnassa. Hänen mukaansa kehittämistutkimuksessa vastattaessa edellä esitettyihin kolmeen peruskysymykseen tehdään kehittämispäätöksiä, jotka puolestaan voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: 1) kehittämis- ja suunnitteluprosessikategoria, 2) ongelma-analyysikategoria ja 3) kehittämistuotuskategoria alla olevan kuvion 4 mukaisesti.



KUVIO 4 Kehittämistutkimuksen osa-alueet (Edelsonia 2002 ja Pernaata 2011 mukaillen)

*Kehittämisprosessi (design procedure):* Kehittämisspäätökset suuntautuvat toteutus-suunnitelman tekoon ja silloin päätetään kehittämishankkeen toteutukseen liittyvistä asioista, kuten kehittämismallista, henkilöistä ja toimista, joita tarvitaan tutkimuksen suunnittelussa, valmisteluissa, toteuttamisessa, tutkimusprosessin kehittämisessä, tuotoksen testaamisessa, arvioinnissa ja jatkokehittelyssä.

*Ongelma-analyysi (problem analysis):* Määrittelyn kohteena ovat kehittämis-tutkimuksen tavoitteet sekä haasteet, tarpeet ja mahdollisuudet. Ongelma-analyysi voi olla teoreettinen tai empiirinen, ja se voi koostua esimerkiksi tarve-analyysistä, testaamisesta tai arvioinnista.

*Kehittämistuotos (design solution):* Kehittäjät vastaavat ongelma-analyysissä esiin nousseisiin haasteisiin ja kehittämisprosessin mahdollisuuksiin. Kehittä-mistuotos kehkeytyy iteratiivisesti tutkimusprosessin edetessä ja kehittäjien tietojen syventyessä.

Kukin edellä kuvattu kategoria tuottaa omanlaistaan teoriaa (Edelson 2006; 2002):

1. Kehittämis- ja suunnitteluprosessikategorian tarkastelun kohteena on koko kehittämistutkimus. Sen avulla selviävät tutkimuksen sisältämät syklit sekä se, kuinka yksilöt toimivat osana kokonaisuutta tai millaista asiantuntemusta tarvitaan missäkin kehittämiskontekstissa. Tämä kategoria tuottaa toimintaa ja ajattelua ohjaavaa teoriaa.
2. Ongelma-analyysikategoria tuottaa kontekstisidonnaisia teorioita sekä teorioita, joilla kuvaillaan, kuinka tavoiteltuun lopputulokseen on päästy. Tällaisia ovat esimerkiksi formatiiviset arvioinnit, joiden tuloksia peilataan kehittämistuotoksiin. Ongelma-analyysikategoria tuottaa kontekstia kuvailevia teorioita.

3. Kehittämistuotuskategoria tuottaa kontekstisidonnaisia malleja. Kontekstisidonnainen malli voi olla esimerkiksi tietyn ilmiön opettamiseen soveltuva konkreettinen opetusmateriaali tai tietylle opiskelijaryhmälle suunniteltu kurssi, kuten tässä tutkimuksessa. Kehittämistuotuskategoria tuottaa toimintaa ja ajattelua ohjaavia malleja.

Edelsonia (2006; 2002) mukaillen omassa kehittämistutkimuksessani tavoitteena on:

1. Tuottaa toimintaa ja ajattelua ohjaavaa teoriaa tutkimuksellisen kemian opetuksen opettajakoulutuksen järjestämisestä kuvaamalla kehittämispäätöksiä, joita tehdään kehittämistutkimusprosessien alussa, aikana, arviointivaiheessa ja jatkokehittelyvaiheessa.
2. Tuottaa kontekstia kuvailevaa teoriaa tutkimuksellisuudesta kemian opiskelussa opettajakoulutuksessa.
3. Tuottaa ajattelua ja toimintaa ohjaavia koulutusmalleja niin luokanopettajan kemian tutkimuksellista opetusta tukevaan täydennyskoulutukseen kuin myös luokanopettajakoulutuksen FyKe-kurssia varten.

Tutkimukseni etenemistä voi havainnollistaa seuraavien Bannan-Ritlandin (2003) esittämien kehittämistutkimuksen etenemisvaiheiden mukaan:

1. informaation hakeminen
2. kehittämistoimenpiteiden toteutus
3. vaikutusten arviointi paikallisesti
4. laajempien vaikutusten arviointi.

Informaation hankkimisvaiheessa (1. vaihe) tavoitteena on tunnistaa keskeiset ongelmat sekä kartoittaa tarpeet, joita on esimerkiksi opettajilla tai oppilailta, jotta kehitystavoitteiden muotoileminen onnistuu hyvin (Bannan-Ritland 2003). Omassa tutkimuksessani koulutuksen suunnittelutiimi käyttää esimerkiksi opettajille ja opettajaopiskelijoille tehtyjen, lähtötilannetta kartoittavien kyselyjen vastauksista saatuja tuloksia teoreettisen viitekehyksen pohjalta tehtyjen kehittämissuunnitelmien täsmentämisessä tarpeita vastaaviksi. Alkukyselyillä saadaan tietoa myös opettajien käsityksistä kemiasta oppiaineena sekä heidän tutkimuksellista opiskelua koskevista tietotaidoistaan ja valmiuksistaan opettaa kemiaa tutkimuksellisesti. (Vrt. Bannan-Ritland 2003.)

Kehittämistoimenpiteiden toteutukseen (2. vaihe) sisältyvät sekä alustavan kehittämissuunnitelman laatiminen ja sen täsmentäminen että varsinainen toteutuksen vaiheittainen kehittäminen. Kehittämishankkeen vaikutusten paikallinen ja laaja-alaisempi arviointi (vaiheet 3 ja 4) liittyvät myös Designkehittämistutkimukseen. Tällöin lähtökohtana tarkastellaan mm. sitä, miten kehittämishanke on tyydyttänyt hankkeeseen liittyneitä tarpeita ja suhteuttaa tulosten tarkastelun myös laaja-alaisemmin aihealuetta koskevaan tutkimukseen. (Bannan-Ritland 2003.) Tässä tutkimushankkeessa kehittämistutkimuksen



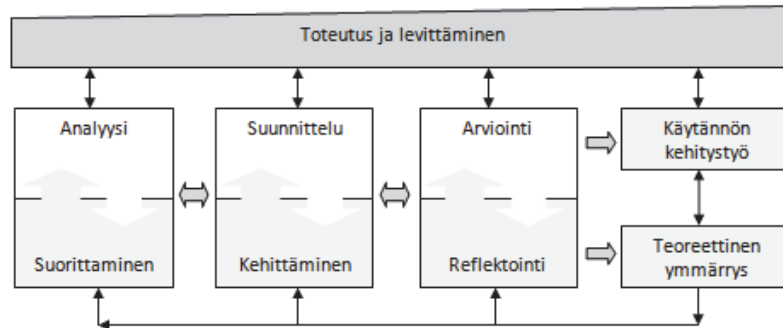
vaikutusten arviointi on tarkoituksenmukaista toteuttaa varsinaisen hankkeen päättymisen jälkeen, jolloin kehittämistoimenpiteiden vaikuttavuutta on mahdollisuus arvioida paremmin. (Vrt. Bannan-Ritland 2003.)

Kehittämistutkimusta voidaan tarkastella myös tavoitteiden ja tutkijan roolin näkökulmasta. Joseph (2004) esimerkiksi näkee kehittämistutkimuksessa kolme yhteen kietoutuvaa päämäärää: itse tutkimus, tuotekehittely ja pedagoginen käytäntö. Hänen mukaansa tutkimuksen tekijällä on kolme roolia: ”tutkijana” hän tavoittelee uutta tietoa ja pyrkii siihen intervention kautta, ”tuotekehittäjänä” hän käyttää tutkimusta välineenä tuotteen suunnittelussa ja ”toimijana” hän käyttää sekä tutkimusta että suunniteltua interventiona käytäntöjen kehittämisessä. Käsitteellä ”Design” on hänen mukaansa myös kolme merkitystä: se tarkoittaa suunnitteluprosessia, käytännön toteutusta eli tuotteen valmistusta sekä ”valmista tuotetta” (artefact). Tässä tutkimuksessani pyrin luomaan uutta tietoa kemian tutkimuksellisesta opiskelusta ja opettamisesta suunnitelmalla ja järjestämällä koulutusta ja tuottamalla koulutusmallin. Pyrin kuvaamaan koulutuksen suunnitteluprosessia ja sen toteutusta mahdollisimman tarkkaan ja tavoitteena on saada aikaan valmis koulutusmalli. (Vrt. Joseph 2004.)

Pernaa (2011) pohjaa kehittämistutkimuksensa tiukasti teoriaan ja hänen tutkimuksessaan yhdistyvät niin laadulliset kuin määrälliset tutkimusmenetelmät. Hänen tavoitteenaan on saada kehittämistutkimuksen tuloksena käyttöön tarkoitettu tuote, jonka kehittäminen on tapahtunut sykleittäin. Omassa tutkimuksessani toimin samoin pohjaten tutkimukseni teoriaan ja käytän sekä laadullisia että määrällisiä tutkimusmenetelmiä painottuen kuitenkin laadullisiin. Tavoitteeseen, eli valmiiseen koulutusmalliin, pyrin sykleittäin etenevän kehitystyön kautta.

Kuvioon 5 olen hahmotellut tutkijan näkökulmasta visuaalista yleismallia kehittämistutkimuksesta McKenneytä ja Reevesiä (2012, 76–78) mukailen. Kun malliin otetaan pelkistetyksi mukaan vain tärkeimmät ominaisuudet, tulevat siinä esille kehittämistutkimuksesta seuraavat pääpiirteet:

- Joustavassa ja iteratiivisessa kehittämistutkimuksessa on kolme ydinvaihetta: analyysi ja sen suorittaminen; suunnittelu- ja kehittämisvaihe; arviointi- ja reflektointivaihe.
- Duaalifokus suunnataan teoriaan ja käytäntöön: integroituihin tutkimus- ja kehitysprosesseihin; teoreettisen ymmärryksen ja käytännön kehitystyön merkitykseen.
- Hyötynäkökulma huomioidaan: toteutus ja levittäminen; vuorovaikutus käytännön kanssa; kontekstisuus.



KUVIO 5 Kehittämistutkimuksen yleismalli (McKenneytä ja Reevesiä 2012, 77 mukailten)

Kuviossa 5 esitetystä tutkimus- ja kehitysprosessimallissa neliöt kuvaavat kolmea ydinvaihetta ja nuolet joustavuutta ja iteratiivisuutta prosessissa. Iteratiivisuus ilmenee siten, että edellinen vaihe ruokkii aina seuraavaa vaihetta. Joustavuutta mallissa kuvastaa puolestaan se, että kun pääsuunta kehittämissä tutkimuksessa on selvä, voi käytännön toteutus tapahtua monella eri tavalla. Duaalifokus teoriaan ja käytäntöön on ilmaistu suorakulmioilla, jotka esittävät tieteellisiä ja käytännöllisiä tuotoksia. Lisäksi mallissa tuodaan esille hyötynäkökulma: puolisuunnikas kuvastaa toteutusta ja levittämistä osoittaen, että vuorovaikutus käytäntöön on läsnä alusta lähtien ja että vuorovaikutuksen osuus kasvaa koko ajan. Kaksisuuntaiset nuolet kuvaavat sitä, että mitä tapahtuu käytännössä, vaikuttaa se sekä meneillään olevaan ydinprosessiin että tuleviin tuotoksiin (kontekstuaalisuus) ja päinvastoin.

Kehittämissä tutkimuksen jokaisessa vaiheessa yhteys käytäntöön on jossakin muodossa olemassa ja tuotteena saavutetaan teoreettista ymmärrystä sekä aikaa myöten kehittyvä tuotos. Siten sekä integroidun tutkimus- että kehitysprosessin eli sekä teoreettisen ymmärryksen että käytännön kehitystyön merkitys korostuvat. Kehittämissä tutkimuksen tarkemmassa hahmottamisessa McKenney ja Reeves (2012) ovat ottaneet käyttöön käsitteet mikro-, meso- ja makrosykli, joilla he kuvaavat kokonaistutkimusta ja sen osatekijöitä jo aiemmin esitetyn kuvion 1 tapaan.

Kunkin ydinvaiheen (ks. edellinen kuvio 5) aikana tapahtuu yksi mikrosykli, ja jokainen ydinvaihe pitää sisällään oman toimintasyklin, jolla on oma looginen päättelyketju. Empiirisiä vaihteita ovat sekä analyysi ja sen suorittaminen että arviointi ja reflektointi. Ne pitävät sisällään myös aineiston keruuta. Suunnittelu- ja kehittämissä vaihe puolestaan ovat harkintaa ja luovuutta vaativa sykli. Koska suunnittelu- ja kehittämissä vaihe hyödyntää sekä muiden vaiheiden että kirjallisuuden ja käytännön vuorovaikutuksen aikaansaamia tuotteita, se itsessään ei ole empiirinen sykli. Tämä on kuitenkin mikrosykli, sillä se on oma, johdonmukainen prosessinsa ja saattaa joko osittaisen tai lopullisen interventioon voimaan. Oman tutkimukseni raportointia jäsentämään sopii hyvin edellä esitetyn kaltainen syklimalli sen selkeyden ja joustavuuden vuoksi.

### 2.1.2 Kehittämistutkimuksen toteutus tässä tutkimuksessa

Taulukko 3 on kooste edellisessä luvussa esittämistäni eri tutkijoiden kehittämistutkimukselle antamista lähtökohdista, näkökulmista ja määrittelyistä sen mukaan, miten ne ovat toimineet perustana oman tutkimukseni suunnittelussa.

Kehittämistutkimus toimii tutkimuksessani lähestymistapana. Edelsonin (2006; 2002) mukaan kehittämistutkimuksella tuotettu tieto antaa vastauksia kolmenlaisiin peruskysymyksiin: 1) Miten kehittämisessä edetään? 2) Millaisia ovat kehittämisen päämäärät, tarpeet, haasteet ja mahdollisuudet? ja 3) Millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa? Nämä ovat olleet perustana omien päättämiskysymysteni laadinnassa.

TAULUKKO 3 Kooste kehittämistutkimuksen lähtökohdista, näkökulmista ja menetelmistä

	Edelson (2006; 2002)	Bereiter (2002)	Wang & Hannafin (2005)	Bannan-Rittland (2003)	Joseph (2004)	Juuti & Lavonen (2001)	Collins ym. (2004)	DiSessa & Cobb (2004)	Pernaa (2011)	McKenney & Reeves (2012)
monimenetelmäisyys			x				x		x	x
tutkimuksen pohjana teoriaa	x		x	x		x		x	x	x
interventio, muutoksen aikaansaanti	x	x		x	x	x			x	x
tutkimusprosessi	x		x	x	x				x	x
iteratiivisuus tuotekehittely sykleittäin, päämäärä emergentti	x	x		x	x	x		x	x	x
vuorovaikutteisuus tutkija-toimija	x	x	x			x			x	x
tutkijalle oppimistilanne	x				x					
syntyy teoriaa	x		x		x			x	x	x
syntyy pedagoginen käytäntö, pragmaattisuus	x		x		x	x		x	x	x
testaava, pohtiva, vaikutuksia arvioiva	x	x		x				x	x	x

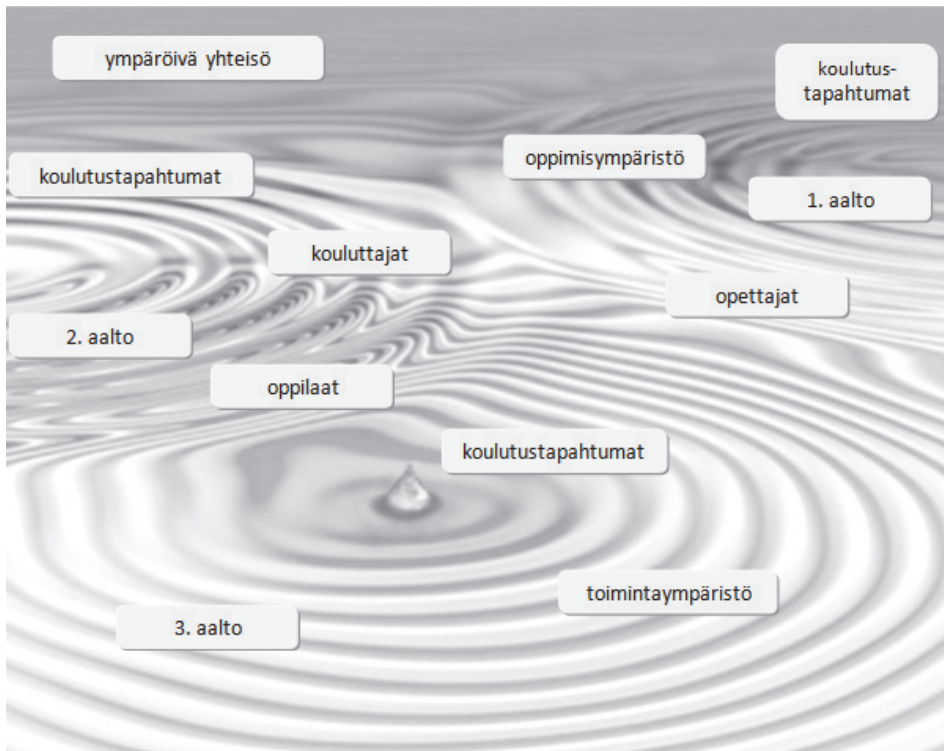
Taulukossa 3 olen kootusti esittänyt niitä näkökulmia, lähtökohtia ja menetelmiä, jotka luonnehtivat tutkimustani monien kehittämistutkimusten tavoin. Näitä ovat ensinnäkin monimenetelmäisyys, tutkimus lähtee liikkeelle teoreettisesta osuudesta, mutta tutkimuksen aikana käytäntö ja teoria punoutuvat yhteen samoin kuin toiminta ja tutkimus. Kehittämistutkimukseni on prosessi, jonka aikana tehdään interventioita eli järjestetään koulutuksia muutoksen aikaansaamiseksi. Tuote eli koulutusmalli kehkeytyy iteratiivisesti sykleittäin ja tutkijana toimin vuorovaikutuksessa muiden toimijoiden kanssa oppien myös itse prosessin aikana. Toiminta tähtää pragmaattiseen tuotteeseen ja teorian

syntyyn. Kehittämistutkimuksen aikana testataan, pohditaan ja arvioidaan kehittämistutkimuksen vaikutuksia.

Tiedon tuottamisesta kehittämistutkimuksessa nousevat omassa kehittämistutkimuksessani erityisesti Edelsonin (2006; 2002) teoriat keskeiseen asemaan. Kehittämistutkimusprosessini aikana syntyy ohjaavaa teoriaa tutkimuksellisen kemian opetuksen opettajakoulutuksen järjestämisestä. Ongelmanalyysin kautta saadaan kuvailevia ja kontekstisidonnaisia teorioita tutkimuksellisuudesta kemian opiskelussa osallistavassa luokanopettajakoulutuksessa. Kehittämistuotoksena saavutetaan kehittämistutkimuksen pragmaattinen tavoite: ohjaava malli niin luokanopettajan tutkimuksellista kemian opetusta tukevalle täydennyskoulutukselle kuin myös luokanopettajakoulutuksen FyKe-kurssia varten.

Tutkimusmenetelmiä minulla on käytössä useita niin aineiston keruussa (kyselyt ja päiväkirjat sekä havainnointi täydentämään ja varmentamaan kerättyä aineistoa) kuin myös sen käsittely- ja analysointivaiheessa (pääosin laadullisia, mutta myös määrällisiä menetelmiä). Tuotekehittely eli ensin luokanopettajan kemianopetusta tukevan täydennyskoulutusmallin kehittäminen ja siitä edelleen luokanopettajaopiskelijoiden FyKe-kurssimallin kehittäminen tapahtuvat iteratiivisesti sykleittäin ja sisältävät interventioita muutoksen aikaansaamiseksi. Kehittämisprosessissa on mukana tutkijan lisäksi muita toimijoita niin suunnittelun, toteutuksen kuin myös arvioinnin aikana, joten vuorovaikutteisuus kulkee mukana läpi koko kehittämistutkimuksen. Tutkimuksessa tarkoin kuvattava kehittämistutkimusprosessi on tärkeä osa koko tutkimusta. Se on myös minulle tutkijana oppimistilanne.

Tutkimukseni raportointia jäsentämään käytän McKenneyn ja Reevesin (2012) esittämää mikro-, meso- ja makrosyklejä sisältävää mallia sen selkeyden ja joustavuuden vuoksi. Olen heidän esittämänsä syklisyyttä jäsentänyt vielä eteenpäin ryhmittelemällä tutkimuksessani seitsemän mesosykliä kolmeksi aalloksi (ks. luvut 4–6), koska ne luontevasti muodostavat kehittämistutkimukseni sisällä kolme osiota. Aalto-teema veteen putoavine pisaroinen on metafora interventiosta, joka saa aikaan laajenevan ja kaikkiin suuntiin etenevän vaikutuksen, innovaation diffuusion. Vesi kuvaa toimintaympäristöä, joka muodostuu opettajista, opettajaopiskelijoista ja oppilaista sekä oppimisympäristöstä ja ympäröivästä yhteisöstä laajemminkin. Etenevän aallon aikaansaava pisara kuvaa interventiota eli koulutustapahtumaa kehittämistutkimuksessa. Ensimmäisen aallon keskiöön putoaa kaksi pisaraa tietyin väliajoin, toisen aallon keskelle pisaroita tulee kolme ja kolmannessa aallossa kaksi. Aaltomaiset renkaat innovaation diffuusion tavoin etenevät lähtöpisteestään mahdollisesti kaikkiin suuntiin, mutta eivät tasaisesti, sillä vedessä voi syntyä myös vasta-aaltoja, jotka saavat aikaan väreilyä, pysähdystä ja suunnan vaihtumista jopa takaisinpäin. Eri aaltojen renkaat voivat mennä päällekkäin, joten ristiaallokkokin on mahdollista. Ensimmäinen, toinen ja kolmas aalto kuvaavat kehittämistutkimusprosessissani kolmea eri vaihetta.



KUVIO 6 Kolme aaltoa kehittämistutkimuksessa

Ensimmäinen aalto (luku 4) on kehittämistutkimuksen pilotointia, jolloin tehtiin kaksi interventiota, mikä käytännössä tarkoittaa, että vuosina 2001 ja 2003 järjestettiin täydennyskoulutukset 1. ja 2. mesosykleinä (ks. kuvio 6), joissa kehitettiin kemian tutkimuksellista opettamista peruskoulun ala- ja yläluokilla tukevaa täydennyskoulutusmallia tavoitteiden, sisällön ja työskentelytapojen osalta. Toimintaa ja ajattelua ohjaavaa tietoa tuli myös toiminnasta kehittämisprosessin aikana.

Tutkimuksen toisessa aallossa kehitettiin uudenlaista tapaa järjestää luokanopettajille kemian täydennyskoulutusta (luku 5). Interventioita eli mesosyklejä tässä aallossa oli kaikkiaan kolme (vuosina 2005, 2006 ja 2008 järjestetyt täydennyskoulutukset). Ensimmäisessä mesosyklissä kehittämistutkimuksen keskiöön nousivat opetettavan aineen sisällöt ja työtavat näkökulmana opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa. Toisessa mesosyklissä keskiössä oli oppijan rooli ja hänen ohjauksensa. Kolmannessa syklissä puolestaan kehittämistutkimuksen erityistutkimuskohteena oli oppimisympäristö kemian ja fyysisen opetuksessa. Toisen aallon tutkimuksessa keskeistä oli kehittämistuotoksena syntynyt luokanopettajan kemian opetusta tukeva täydennyskoulutusmalli, mutta kuvailevaa, ajattelua ja toimintaa ohjaavaa tietoa saatiin myös kehittämisprosessin ja tarveanalyysin tarkasteluissa.

Aikaisemman teoretiedon ja luokanopettajille kehitetyn täydennyskoulutusmallin pohjalta kolmannessa aallossa kehittämistuotoksena syntyi luokan-

opettajan aikuiskoulutuksen FyKe-kurssimalli (luku 6). Raportoituja mesosyklejä kolmannessa aallossa oli kaksi (vuosina 2007 ja 2012 järjestetyt FyKe-kurssit), joissa kehityksen ja tutkimuksen kohteena olivat erityisesti opettajaopiskelijoiden reflektoinnin ja itsereflektoinnin vaikutus oppimiseen, mutta myös kurssin tavoitteet, sisällöt ja toimintatapa ovat olleet kehittämiskohteina. Ajattelua ja toimintaa ohjaavia teorioita saatiin myös kehittämisprosessin ja tarveanalyysien tarkasteluissa.

Viimeisessä eli 7. luvussa teen yhteenvedon koko kehittämistutkimuksesta ja vastaan kokoavasti kaikkiin kolmeen päätutkimuskysymykseen. Tämän lisäksi teen tutkimuksen pätevyys- ja eettisyystarkastelua sekä pohdin tutkimuksen merkitystä tiedeyhteisölle sekä esittelen mahdollisia jatkotutkimuskohteita.

## 2.2 Tutkimuksellisuus kemian opetukseen

Kehittämistutkimuksen tutkimusprosessille tyypillisesti lähdän liikkeelle koko tutkimuksen viitekehyksen hahmottamisesta eli teoreettisesta ongelmanalyysistä. Tässä luvussa selvitän kirjallisuuden ja tieteellisten tutkimusten pohjalta tutkimuksellisuuden lähtökohtia kemian opetuksessa sekä määrittelen sen paikan tässä tutkimuksessa. Aluksi luvussa 2.2.1 keskityn tarkastelemaan, mitä erityispiirteitä kemiolla luonnontieteenä on, mitkä ovat niiden tieteenfilosofiset ja -historialliset lähtökohdat ja millaisia haasteita ne luovat erityisesti kemian opetukseen. Seuraavaksi luvussa 2.2.2 paneudun tarkemmin tutkitun tiedon valossa kemian opetuksen tavoitteisiin niin oppilaan kuin myös opetussuunnitelman laadinnan näkökulmasta, ja teen katsausta siitä, millaisia keinoja on käytössä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Näiden lisäksi luvussa 2.2.3 selvitän tutkimuksellisuuden problematiikkaa, jotta luvussa 2.2.4 pystyn määrittelemään tutkimuksellisuuden tässä tutkimuksessa. Teoreettisen ongelmanalyysin myötä saatua tieteellistä ymmärrystä ja teoriaa tarvitsen myös muotoilllessani ratkaisusuunnitelmaa varsinaiseen tutkimusongelmaan.

### 2.2.1 Kemia luonnontieteenä ja sen erityispiirteitä

Kemia on empiirinen luonnontiede, joka tutkii aineita, niiden ominaisuuksia ja rakenteita sekä aineiden muuttumista toisiksi aineiksi. Tieteenä kemia ei ole ainoastaan kokoelma teorioita ja käsitteitä. Myös tutkimus on olennainen osa kemiaa, ja kokeellisuudella on aina ollut keskeinen sija siinä. Kokeellisuuden lähtökohtana on tavallisesti luonnossa tapahtuva ilmiö ja siitä tehtävät havainnot. Havaintoja luonnontieteissä pyritään selittämään aluksi yksinkertaisin mallein. Jotta tämä malleilla kuvaaminen onnistuu, tarvitaan käsitteitä, jotka pohjautuvat ilmiössä havaittaviin muuttujiin, mitattaviin suureisiin ja niiden väliin riippuvuuksiin. Testaamalla mallia uusissa tilanteissa ja tekemällä lisää havaintoja voidaan mallia sekä parantaa että muuttaa ja samalla laajentaa sen pä-

tevyysaluetta. (Erduran 2001, 589; Ahtee 1990, 25–29.) Kemistit puolestaan ovat aineiden ja niiden muutosten mallintajia. He tuovat tutkimustuloksensa näkyviksi rakentamalla esimerkiksi konkreettisia molekyylimalleja, visualisoimalla käyttäen virtuaalisia malleja tai matemaattisesti ja sanallisesti selittämällä. Viime vuosina tietokoneavusteinen kemia on tullut kokeellisen työn ohella tärkeäksi niin tutkimuksessa, opetuksessa kuin oppimisessakin ja sitä käytetään muun muassa molekyylimallinnuksessa, kokeellisen työn edistymisen kontrolloinnissa, tulosten raportoinnissa ja tiedon haussa (Lundell & Aksela 2003; Justi & Gilbert 2002, 47–52).

Luonnontieteellinen kehitys liittyy myös tutkimusvälineiden teknologiseen kehitykseen. Käsitys teknologiasta luonnontieteiden käytännön sovelluksena ei sovi etenkään kemiaan, jossa mittauslaitteiden kehitys on muuttanut merkittävästi tutkimusta esimerkiksi analyyttisessä kemiassa (Baird 2000, 90). Muista luonnontieteistä poiketen kemia usein myös luo omat tutkimuskohteensa. Uuden aineen syntetisoiminen nähdään joskus tapana kasvattaa ymmärrystämme maailmasta. Kemia on koko olemassaolonsa ajan ollut erityisen kiinnostunut myös käytännön sovellusten luomisesta (Schummer 2001). Niinpä kokeellisuus, erilaiset laitteet ja laboratorioympäristö liittyvät hyvin olennaisina osina kemiaan, eikä niitä saa unohtaa myöskään kemian opetuksesta. Jo Deweyn aikainen, pragmatisti Mead, korosti kemian opetukseen tärkeänä osana kuuluvaa autenttisuutta.

Kemian filosofialla on keskeinen asema kemian luonteen ymmärtämisessä. Se on osa hyvää luonnontieteellistä yleissivistystä, jota pidetään yhtenä eurooppalaisen tiedeopetuksen keskeisenä tavoitteena (esim. Reinikainen 2002, 57–58). Luonnontieteellinen yleissivistys edellyttää tietoa luonnontieteiden malleista ja teorioista, joita luonnontiede tuottaa, tietoa luonnontieteiden tavasta tuottaa tietoa ja tietoa siitä, miten luonnontieteet vaikuttavat yhteiskuntaamme ja miten yhteiskunta puolestaan vaikuttaa luonnontieteisiin (Wandersee & Baudoin Griffard 2002, 30; Sjöberg 1996). Justi ja Gilbert (2002) puolestaan ovat kiteyttäneet neljä kohtaa, jotka tukevat tieteenhistorian sekä samalla myös tieteenfilosofian tärkeää roolia tiedekasvatuksessa. Tieteenhistoria ja tieteenfilosofia: 1) opettavat opiskelijoille tieteen luonnetta, 2) mahdollistavat sen, että opettajat voisivat hyödyntää rinnan omaa henkilökohtaista aineen tuntemustaan ja aineentuntemuksen historiallista kehitystä, 3) tehostavat opiskelijoiden kykyä kriittiseen ajatteluun ja 4) oikeuttavat opettajat puhumaan suoraan opetuksen liittyvistä käytännön ongelmista, kuten kurssien sisällöistä, ja mahdollisuuksista tieteidenvälisyyteen.

Norman Ledermanin (1992) mukaan luonnontieteiden luonne -käsitteellä viitataan yleensä tieteen epistemologiaan ja tieteellisen tiedon kehitykseen liittyviin arvoihin, uskomuksiin ja perusteluihin. Vielä sata vuotta sitten luonnontieteiden luonteen ymmärrys nähtiin positivistisessä valossa "tieteellisen metodin" ymmärtämisenä. Nykyään luonnontieteellistä tietoa pidetään muuttuvana käsiterakennelmana, johon vaikuttavat paitsi luonnosta tehdyt havainnot myös sosiaaliset ja psykologiset tekijät. (Abd-El-Khalick & Lederman 2000, 667–668.) Keskeinen tekijä luonnontieteiden luonteen ymmärtämisessä on luonnontieteel-

lisen tiedon kehkeytyvällä (*tentative*) luonteella. Historiallisten mallien ja niiden kehityksen huomioiminen edistäisi myös mallien luonteen ymmärrystä (ks. esim. Duschl 2004; Erduran 2001; Niaz & Rodriguez 2001). Lederman (2004) kollegoidensa kanssa on koonnut kuusi olennaista väittämää luonnontieteiden luonteesta ymmärtämisen ja opettamisen kannalta. Heidän mukaansa (Lederman 2004, 304–308; Bell 2004b, 430–431) luonnontieteellinen tieto on

1. kehkeytyvää (*tentative*) eli aina avoinna muutoksille ja tarkistuksille
2. empiiristä eli luonnosta tehdyille havainnoille perustuvaa
3. ainakin osin inhimilliselle päättelylle perustuvaa
4. ainakin osin inhimilliselle mielikuvitukselle ja luovuudelle perustuvaa
5. subjektiivista, koska havainnot tehdään ja tulkitaan aina sen hetken ja tutkimusta tekevän tiedemiehen näkökulmasta
6. sidoksissa sosiaaliseen ja kulttuuriseen ympäristöön.

Tieteenfilosofisessa tarkastelussa myös tiedonhankkimistapa on olennainen osa tiedettä ja tämä on hyvä nostaa esille myös opettajakoulutuksessa. Valitettavan usein kuitenkin tiedeopetuksessa keskitytään vain siihen, mitä tiedämme, eikä siihen, miten tiedämme, ja näin tieteen epistemologiset perustelut jäävät huomiotta. (Esim. Niiniluoto 2002, 13; Monk & Osborne 1997, 407.) Erduranin ja Scerrin (2002, 11) mukaan kemian filosofiassa tutkitaan kemian luonnetta määrittelemällä ja kuvaamalla sille ominaisia käsitteitä ja selityksiä. Kemiassa käytettävät käsitteet eroavat muiden luonnontieteiden käyttämistä käsitteistä. Fysiikan käsitteisiin verrattuna kemian käsitteet, kuten happo, suola ja emäs, ovat biologisten käsitteiden, kuten laji tai biotyyppejä, tapaan usein luokittelevia ja kuvailevia kun taas fysiikka tieteenä on keskittynyt luokittelun sijaan ilmiöiden kvantitatiiviseen matemaattiseen kuvaamiseen. (Erduran & Scerri 2002, 11; Erduran 2001, 583.)

Historiallisesta lähestymistavasta ja tieteenfilosofisesta kysymysten selittämis- ja seikkaperäisestä käsittelytavasta voi kokoavasti todeta, että niitä voi pitää edellytyksenä ymmärtää paremmin luonnontieteiden ja niin myös kemian luonnetta sekä niiden kulttuurillista ja yhteiskunnallista merkitystä. Kemian luonnetta tieteenä kuvattaessa on hyvä huomioida taulukkoon 4 sijoitetut teemat (Lederman 2004; Erduran & Scerri 2002).



TAULUKKO 4 Kemian luonne tieteenä

<i>Kemiallisten mallien ja teorioiden rajat</i>	Kemian mallit ja teoriat sisältävät oletuksia ja likimääräisyyksiä. Mallit eivät ole todellisuuden kopioita. Ne ovat kuvauksia, jotka on rakennettu ideoiden kehittämisen avuksi.
<i>Kemian ja fysiikan suhde</i>	Kaikki kemiallinen tieto ei ole johdettavissa suoraan fysiikasta. Fysiikan teoriat asettavat ainoastaan rajoja kemiallisille selityksille, jotka keskittyvät fysiikalle ominaisen matemaattisen mallintamisen lisäksi luokittelemaan sekä kuvaamaan kemian submikroskooppisella tasolla atomi- ja molekyyli maailmassa tapahtuvia muutoksia ja niiden havaittavaa ilmentymistä makroskooppisella tasolla makromaailmassa. Kemia on oma itsenäinen tieteenala, jolla on sille ominaiset kysymyksenasettelut, tutkimusmenetelmät ja selitysmallit.
<i>Kemiallisen tiedon kehkeytyvyys (tentative)</i>	Luonnontieteellisen ja niin myös kemiallisen tiedon käsiterakennelma on muuttuva. Kemiallinen tieto on siten kehkeytyvää eli sen käyttämät mallit sekä teoriat muuttuvat aikaa myöten.
<i>Kysymyksenasettelu ja mallien vaikutus kokeelliseen tutkimukseen</i>	Lähtökohtana tutkimuksessa useimmiten ovat ilmiö ja siitä tehtävät havainnot, josta uuden kehittäminen voi lähteä liikkeelle. Kokeellisen asetelman ja tulosten tulkinnan pohjana ovat teoria ja mallit. Hypoteesien tekeminen ja kysymysten asettaminen ovat kemiallisen tutkimuksen tekemisen keskiössä.
<i>Luovuuden merkitys kemian tutkimuksessa</i>	Tutkijalta vaaditaan luovuutta ja mielikuvitusta kysymysten ja hypoteesien muodostamisessa sekä mallien ja teorioiden luomisessa.
<i>Kemian tutkimuksen sosiaalinen luonne</i>	Tieteellisen tutkimuksen tekemiseen kuuluu yhteisöllisyys. Tiedeyhteisö päättää mallien ja teorioiden hyväksynnässä. Tuloksena tiedeyhteisön kriittisestä arvioinnista useimmat perus- ja lukio-opetuksessa esitetyt kemian teoriat ja mallit ovat hyvin perusteltuja ja varmoja.
<i>Kemiallisen tiedon ja tutkimuksen vaikutus kulttuuriimme ja maailmankuvaamme</i>	Kemialla on merkittävä vaikutus ihmisten käsitykseen ympäröivästä maailmasta ja omasta sijainnista siinä kokonaisuudessa.
<i>Kemian tutkimuksen eettisyys</i>	Kaikenlaiseen tutkimukseen liittyy aina eettisyys. Erityisesti kemian tutkimuksella tuotetaan myös käytännön sovellutuksia, joilla saattaa olla merkittäviä vaikutuksia esimerkiksi elinmahdollisuuksiin maapallolla.

Opettajakoulutuksessa on hyvä tuoda esille tieteen- ja kemian filosofian merkitys luonnontieteellisen yleissivistyksen osana, sillä tutkimusten mukaan (esim. Collins ym. 2001, 5–6) monilta kemian opettajilta puuttuu luonnontieteiden opettamiseen tarvittavat tiedot luonnontieteiden historiasta ja filosofiasta. Rosalind Driver ja hänen kollegansa (1996, 18–19) perustelevat kemian filosofian tärkeyttä opettajakoulutuksessa seuraavasti: *”Ihmisten on välttämätöntä ymmärtää luonnontieteitä ja niiden luonnetta, jotta osallistuminen yhteiskunnalliseen päätöksentekoon on mahdollista. Se on välttämätöntä siksi, jotta ihmiset käsittäisivät luonnontieteiden olevan pääroolissa tämän ajan kulttuurissa.”*

**Yhteenvetona** tutkimuksen koulutusten suunnitteluun ja toteutukseen pohjaksi kemiasta luonnontieteenä ja sen erityispiirteistä voi todeta, että kemiassa tiedonhankintatapa on olennainen osa tiedettä (esim. Erduran & Scerri 2002, 11; Monk & Osborne 1997, 407). Opettajan on tärkeää tiedostaa luonnontieteellisen tiedon luonne (esim. Lederman 2004; Erduran & Scerri 2002): empii-

risyyden lisäksi se on kehkeytyvää eli se on aina avoimena muutokselle, ainakin osin inhimilliselle päättelylle ja luovuudelle perustuvaa sekä sosiaaliseen ja kulttuuriseen ympäristöön sidoksissa olevaa ja subjektiivista. Lisäksi on tärkeää tiedostaa, että kemiassa käytettävät käsitteet ja selitykset ovat biologisten käsitteiden tapaan usein luokittelevia ja kuvailevia ja eroavat fysiikasta, joka tieteenä on keskittynyt luokittelun sijaan ilmiöiden kvantitatiiviseen ja matemaattiseen kuvaamiseen (esim. Erduran & Scerri 2002, 11; Erduran 2001, 583).

Koulutuksia suunniteltaessa tieteen- ja kemianfilosofian merkitys luonnontieteellisen yleissivistyksen osana tulee huomioida, jotta kemian luonteen ymmärtäminen mahdollistuu ja sitä kautta opettajien luonnontieteellinen yleissivistys kohenee. Tässä tutkimuksessa korostuu kemian luonne empiirisenä luonnontieteenä, jolle on tyypillistä kokeellisten tutkimusten tekeminen. Ilmiölähtöiselle tutkimukselle on tyypillistä havaintojen teko, joita pyritään mallintamaan ja käsitteellistämään monin tavoin. Myös teknologia erilaisin tutkimus- ja tietoteknisin välinein sekä laboratorioympäristö liittyvät olennaisena osina kemiaan. Kokeellisuus, erilaiset laitteet ja laboratorioympäristö tuovat autenttisuutta kemian opiskeluun.

### 2.2.2 Kemian opetuksen tavoitteita

Kemian opetuksen päätarkoitus on auttaa oppijoita luomaan itselleen mielekäs ja tietoinen ymmärtämys aineesta, sen luonteesta ja muutoksista siinä. Luonnontieteiden ja sen myötä myös kemian opetuksen toisena keskeisenä tavoitteena on lisätä luonnontieteiden luonteen ymmärtämistä sekä tukea luonnontieteellisen ajattelun ja nykyaikaisen maailmankuvan kehittymistä osana monipuolista yleissivistystä. Tätä tavoitetta voi perustella käytännön hyödyllä sekä yhteiskunnallisin, kulttuurisin ja moraalisiin perusteisiin ja tieteen sisällön oppimista edistävänä tavoitteena (Driver, Leach, Millar & Scott 1996).

Collins (2001) kumppaneidensa kanssa on tutkimuksissaan tullut siihen tulokseen, että käytännössä oppilaiden kanssa olisi hyvä keskustella sellaisista kemian ontologisista ja epistemologisista kysymyksistä kuin ”Ovatko atomit oikeasti olemassa? Mistä voimme tietää, mitä kemiallisessa reaktiossa tapahtuu? Kuinka varmaa on tieteellinen tieto?”. Oppiminen voi helpottua, kun tietää, mistä ideat ja tiedot tulevat ja miten ne ovat rakentuneet ajan kuluessa. Kun tavoitteena on luonnontieteiden epistemologinen ymmärrys, pyritään silloin luonnontieteiden luonteen ymmärtämiseen. Kysymyksen ”Miten tiedämme?” tulisikin olla yhtä tärkeä kuin kysymyksen ”Mitä tiedämme?”. Samoin auttaa, jos tietää, miten tieto inhimillisestä pyrkimyksestä ymmärtää voi selittää tätä tietoa. Opiskelijat voivat linkittää juuri oppimansa kemialliset asiat ja periaatteet sekä omaan aikaisempaan tietoonsa että globaaliin, kemiayhteisön kollektiiviseen ja historialliseen tietoon. (Wandersee & Baudouin Griffard 2002, 30; Collins ym. 2001, 5–6.)

Kemian opetuksessa valitettavan usein on kiire kohti abstraktia ja viimeisintä tietoa. Se karsii opetuksesta pois inhimillisen ja epistemologisen taustan tutkimisen, mikä helpottaisi monien käsitteiden ymmärtämistä. Valitettavan harvoin opettajalle jää mahdollisuuksia motivoida opiskelijoiden tarvetta tutkia

annettuja käsitteistöjä, periaatteita, teoriaa tai ongelmanratkaisua perusteellisesti. Niinpä esimerkiksi kemianhistorian mukaan atomi- ja molekyyli-käsitteiden eroavuuksien selvittämiseen tiedemiehiltä on mennyt yli 50 vuotta, ja kuitenkin kemianopettaja käyttää ehkä yhden oppitunnin verran aikaa näiden teoreettisten käsitteiden opettamiseen vasta-alkajaopiskelijoille. Eipä siis ole ihme, että opiskelijoilla on hankaluuksia ymmärtää atomi- ja molekyylikäsitteitä. (Wandersee & Baudoin Griffard 2002, 30.)

Luonnontieteiden opetuksen yksi keskeisimmistä tavoitteista on luonnontieteellisen lukutaidon kehittyminen. OECD:n PISA-tutkimuksessa on luonnontieteellinen lukutaito määritelty seuraavasti (Cresswell & Vayssettes 2006, 24): *”Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help to make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.”*

Luonnontieteellisen lukutaidon tavoitteena on päätöstentekoon pystyvä, vastuullisesti toimiva kansalainen (Holbrook & Rannikmae 2009). Opetuksessa luonnontieteellisen lukutaidon kehittämistä voidaan tukea monella tavalla. Esimerkiksi uudet käsitteet tulisi sitoa aiemmin opittuihin käsitteisiin ja kokemuksiin. Kokemuksien kautta käsitteet voidaan kiinnittää oppilaiden jokapäiväiseen elämään. Opetuksen tulee olla ”monikanavaista”, kuvia ja tekstejä sisältävää ja oppilaille tulee olla mahdollista käyttää oppimaansa esimerkiksi kokeellisuuden ja erilaisten tehtävien kautta sekä heitä tulee rohkaista keskustelemaan tieteistä. Näin toimien on mahdollista edistää oppilaiden kykyä lukea, kirjoittaa ja keskustella tieteistä. (Krajcik & Sutherland 2010.)

Jotta luonnontieteellistä tietoa voidaan käyttää hyväksi sekä luontoa koskevissa että inhimilliseen elämään vaikuttavassa päätöksenteossa, tulee luonnontieteellisellä lukutaidolla olla kolme ulottuvuutta: luonnontieteelliset käsitteet, prosessit ja tilanteet. Luonnontieteellinen lukutaito tarkoittaa täten luonnontieteellisten peruskäsitteiden laajaa ymmärtämistä sekä niiden soveltamista eri elämänaioilla, kuten terveyden, ympäristön ja teknologian aloilla. Luonnontieteellinen lukutaito tarkoittaa myös luonnontieteellisen prosessin läpikäyntiä, jonka avulla omaksutaan ja tulkitaan tietoa sekä tehdään päätelmiä toiminnan perustaksi. Arkielämässä luonnontieteellisen lukutaidon omaava voi ymmärtää yhteiskunnassa vastaan tulevia tieteellisiä asioita, osallistua keskusteluun ja päätöksentekoon niin henkilökohtaisella kuin myös yhteiskunnallisella tasolla. (Holbrook & Rannikmae 2009; Cresswell & Vayssettes 2006.)

Ahteen mukaan (1990, 25) luonnontieteiden opetuksella on kaksi erillistä päämäärää. Ensinnäkin oppilaille on pyrittävä antamaan sellaiset tiedot ja taidot, että he niiden avulla voivat parhaiten sopeutua ja selviytyä tietoyhteiskunnassa. Toinen yleinen vaatimus on, että oppilaiden on pystyttävä arvioimaan tietoa kriittisesti ja jopa saavutettava valmiudet luoda uutta tietoa. Niinpä hänen mukaansa oppilaille tulee opettaa sekä luonnontieteellistä tietoa että luonnontieteellistä ajattelutapaa. Pelkkä tulosten tunteminen ei johda luonnontieteellisen tiedon ymmärtämiseen, vaan on tunnettava myös prosessit, joilla luonnontieteellistä tietoa on saatu ja saadaan. Meisalo (1990, 13–19) puolestaan korostaa luonnontieteille tyypillisten kokeellisten työtapojen laajaa hyväksi-

käyttöä, jotta oppilaiden ja luonnon välinen yhteys rakentuu toimivaksi. Hänen näkemyksensä mukaan jo 1990-luvulla oli tutkitun kemiatiedon ja opetuksen tutkimuksen pohjalta mahdollista kehittää kemian opetusta käsitteiden opettamiseen ja tulosten mittaamiseen keskittyvästä opetuksesta kohti avoimempaa, tutkivampaa, motivoivampaa ja opiskelijan, opettajan ja moninaisen oppimisympäristön sekä välineistön vuorovaikutteisuuden huomioivaa opetusta.

Kemian opetus tarvitsee englantilaisten tutkijoiden Erduranin ja Scerrin (2002, 7-8) mukaan uudenlaista käsitteellistämistä. Heidän mukaansa opetukseen tulisi sisällyttää luonnontieteiden tietämisen erityisluonnetta sekä kemialle kuuluvia erityispiirteitä. Tieteellisten argumentointitaitojen edistäminen näyttää lisäävän luonnontieteellistä ymmärrystä, sillä se on keskeisellä sijalla myös aidossa tieteellisessä keskustelussa. (Osborne, Erduran, Simon & Monk 2001.)

Tiedemiehistä, tieteenfilosofoista ja -sosiologeista, tiedeopetuksen asiantuntijoista, tiedeopettajista sekä tieteen popularisoijista koostunut asiantuntijaryhmä Isossa-Britanniassa järjestetyssä kolmivaiheisessa Delphi-tutkimuksessa kokosi yhdeksän teemaa, joiden sisällyttämistä luonnontieteiden opetussuunnitelmaan pidettiin tärkeänä. Tärkeimmiksi koetut teemat on koottu seuraavaan taulukkoon (Collins ym. 2001):

TAULUKKO 5 Delphi -tutkimuksen määrittämät 9 teemaa luonnontieteiden opetuksen tavoitteiksi (Collins ym. 2001)

<i>Tieteelliset metodit ja kriittinen testaus (Scientific methods and critical testing)</i>	Oppilaiden tulisi oppia, miten tieteessä kokeellisesti testataan ideoita ja ymmärtää esimerkiksi muuttujien käyttöä. Samoin heidän tulisi ymmärtää, että yksi koe ei ole riittävä osoitus tietoväitteen pohjaksi.
<i>Luovuus (Creativity)</i>	Oppilaiden tulisi ymmärtää luovuuden ja mielikuvituksen osuus tieteellisessä tutkimuksessa. Monien muiden ammattien tavoin hyvät tutkijat suhtautuvat työhönsä intohimoisesti, ja siinä menestyminen vaatii usein inspiraatiota ja mielikuvitusta.
<i>Tieteellisen tiedon historiallinen kehitys (Historical development of scientific knowledge)</i>	Oppilaille tulisi opettaa luonnontieteiden kehityksen historiallista taustaa.
<i>Kysymyksenmuodostaminen tieteessä (Science and questioning)</i>	Oppilaiden tulisi ymmärtää, että tieteellä on uusien kysymysten asettajan ja niihin ratkaisuja hakevan rooli.
<i>Luonnontieteellisen ajattelun monimuotoisuus (Diversity of scientific thinking)</i>	Oppilaille tulisi opettaa, että tutkijat käyttävät luonnontieteissä useita erilaisia tutkimus- ja lähestymistapoja.
<i>Tulosten analysointi ja tulkinta (Analysis and interpretation of data)</i>	Oppilaiden tulisi ymmärtää, että tieteellinen tutkimus edellyttää tutkimustulosten tulkintaa ja analysointia. Tulokset eivät itsestään nouse havainnoista vaan vaativat tiedemieheltä tulkintojen tekoa. Samoista havainnoista voidaankin päätyä kahteen eri teoriaan.

taulukko jatkuu

<i>Varmuus tieteessä (Science and certainty)</i>	Valtaosa tiedosta, joka koulussa opetetaan, on perusteltua ja luotettavaa. Oppilaiden tulisi kuitenkin ymmärtää, että kaikki tieteellinen tieto ei ole yhtä varmaa. Tieto voi myöhemmin osoittautua epätarkaksi tai jopa vääräksi. Tällä hetkellä se on kuitenkin mahdollisimman hyvin perusteltuna hyväksyttävä tieto.
<i>Hypoteesit ja ennusteet (Hypothesis and prediction)</i>	Oppilaiden tulisi oppia, kuinka tutkijat laativat hypoteeseja ja ennusteita ilmiöistä sekä ymmärtää niiden merkitys tieteelle.
<i>Ryhmä- ja yhteistyön merkitys tieteellisen tiedon kehityksessä (Cooperation and collaboration in the development of scientific knowledge)</i>	Oppilaille tulisi opettaa tieteellisen työn olevan yhteisöllistä, kansainvälistä ja yhteistyöhön perustuvaa toimintaa. Tutkimuksen tulokset jaetaan yleensä tiedeyhteisölle, jossa ne arvioinnin jälkeen mahdollisesti hyväksytään.

**Yhteenvetona** kehittämistutkimuksen suunnittelun ja toteutuksen pohjaksi voi todeta, että kemian opetuksen tavoitteiden asettelussa korostuvat nuoren luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittyminen osana monipuolista yleissivistystä sekä luonnontieteellisen lukutaidon (Science literacy) kehittymisen. Luonnontieteelliselle lukutaidolle on määritelty kolme ulottuvuutta: luonnontieteelliset käsitteet, prosessit ja tilanteet (ks. esim. Krajcik & Sutherland 2010; Holbrook & Rannikmae 2009; Cresswell & Vayssettes 2006). Delphi-tutkimuksen teemoista huomio kiinnittyy erityisesti ryhmä- ja yhteistyön merkitykseen, luovuuteen ja luonnontieteellisen tiedon monimuotoisuuteen (Collins ym. 2001).

Tässä tutkimuksessa kemian opetuksen tavoitteiden asettelussa on edellä kerrotun lisäksi tarpeen huomioda, että oppijan näkökulmasta katsottuna hänen kemian opiskelunsa tavoitteena on pystyä luomaan itselle mielekäs ja tietoinen ymmärrys materiaalista, sen luonteesta ja muutoksista siinä sekä pyrkimyksenä on lisätä luonnontieteen luonteen ymmärtämistä. Tiedon hankkiminen ja sen kriittinen arviointi sekä jopa uuden tiedon luominen kuuluvat myös kemian opiskelun tavoitteisiin. (Vrt. esim. Krajcik & Sutherland 2010; Holbrook & Rannikmae 2009; Cresswell & Vayssettes 2006; Ahtee 1990.)

**Yhteenvetona** voi todeta, että kemian opettajakoulutuksen järjestämisessä meidän tulee lähteä liikkeelle luonnontieteille tyypillisten kokeellisten työtapojen laajasta hyväksikäytöstä. Uudet käsitteet pyrimme sitomaan aiemmin opittuihin käsitteisiin ja kokemuksiin. Kokemuksien kautta käsitteet on tarkoitus sitoa oppijoiden jokapäiväiseen elämään. Opetuksessa pyrimme monikanavaisuuteen kokeellisuuden ja erilaisten tehtävien avulla. Tavoitteena on koulutuksen aikana käyttää aikaa keskusteluihin niin tuloksista kuin monipuolisemminkin kemiasta ei ainoastaan mitä - vaan myös miten -kysymysten avulla. (Krajcik & Sutherland 2010; Wandersee & Baudouin Griffard 2002, 30; Collins ym. 2001, 5-6; Osborne, Erduran, Simon & Monk 2001.)

### 2.2.3 Tutkimuksellinen opiskelu

Edellisessä kappaleessa esitetyn mukaan kemia muiden luonnontieteiden tavoin sisältää muutakin kuin luonnontieteellisten käsitteiden oppimista, esimerkiksi luonnontieteellisen ajattelutaitojen kehittämistä. Luonnontieteellisessä

ajattelussa tarvittavia taitoja ovat mm. hypoteesin esittäminen, tutkimuksen suunnittelu ja tutkiminen, muuttujien kontrollointi, havainnointi, tiedon kerääminen ja järjestäminen, luokittelu, vertailu, mielikuvien käyttäminen ja kuvittelu, päätöksenteko, sisäistäminen, yleistäminen, arviointi, virheiden korjaaminen, yhteenvedon tekeminen, johtopäätösten tekeminen, tosiasioiden ja periaatteiden soveltaminen uudessa tilanteessa sekä virheiden korjaaminen. (Ks. esim. Lavonen ym. s.a.; Collins ym. 2001; Meisalo & Lavonen 1994; Ahtee 1990). Jotta luonnontieteiden opiskelu olisi tehokasta, tulee sen tutkimusten mukaan nojata monipuoliseen opetukseen. Schreinerin ja Sjöbergin (2004) mukaan tehokas opettaja saa opiskelijat työllistettyä tuotoksia aikaansaavaan luonnontieteiden opiskeluun ja siten hän auttaa opiskelijoita pysymään kiinnostuneina ja kehittämään positiivista asennetta luonnontieteitä kohtaan. Ihmettely ja uteliaisuus on tärkeää pitää elävänä luokkahuoneessa. Tämän on todettu tukevan myös korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymistä. (Ks. esim. Lavonen ym. s.a.; Aksela 2005; Collins ym. 2001.)

Englanninkielinen sana inquiry tulee latinan sanoista "in" tai "inward" (sisäinen, sisään suuntautunut) ja "quirer", joka tarkoittaa verbiä kysyä, kysellä "to question". Siten inquiry ei ole vain kysymysten tekemistä, vaan se on kyseilyä, jonkin tutkimista, tiedustelua ja sisältää käsityksen syvällisyydestä. Se tarkoittaa johonkin tunkeutumista sisään niin, että nähdään jotakin, mitä ei ole ennen nähty. Inquiry -termi on hankala kääntää suomenkielelle. Luonnontieteiden puolella on kuitenkin alettu käyttää yleisesti termiä tutkimuksellisuus. Luonnontieteellisen tutkimuksellisen opiskelun (scientific inquiry) tavoitteena on mahdollisimman hyvin seurata oikeaa tieteen tekemistapaa. Parhaimmillaan niin lapsen kuin aikuisenkin oppimista voidaan pitää tutkimusprosessina, joka ei perusluonteeltaan poikkea eri alojen asiantuntijoiden tutkimusprosessista. Se tarkoittaa tutkimista, mikä johtaa kysymysten esittämisen, löytöjen tekemisen ja tehtyjen löytöjen perusteellisen testauksen avulla uuteen ymmärrykseen. Tutkimusprosessia vie eteenpäin ihmiselle tyypilliset perusominaisuudet eli tutkijan oma uteliaisuus, ihmettely tai intohimo ymmärtää tehtyä havaintoa tai ratkaista ongelmaa. Prosessi alkaa, kun oppija kiinnostuu tai yllättyy jostakin tai jokin aiheuttaa kysymyksen - joku asia on aivan uutta tai se ei tunnu järkevältä suhteessa oppijan aikaisempaan kokemukseen tai senhetkiseen ymmärrykseen. Kiinnostumisen jälkeen seuraava askel on ryhtyä toimiin: jatkaa havainnointia, herättää kysymyksiä, tehdä hypoteeseja ja testata niitä, muodostaa teorioita sekä käsitteellistää malleja. Jotta saatu kokemus olisi merkityksellinen, tarvitaan reflektointia, keskustelua, vertailua toisten saamiin tuloksiin, tiedon ja havaintojen tulkintaa sekä uusien käsitteiden soveltamista uusiin asiayhteyksiin. Oppija kehittää omaa korkeamman tason ajattelutaitoaan samalla, kun hän syntetisoi uutta tietoa. (Vrt. esim. Aksela 2005; Lavonen ym. s.a.; Näsäkkälä, Flinkman & Aksela 2001; St John 2000, 109-111; Hakkarainen ym. 1999b, 6-23.) Näin ymmärrettyä tutkimuksellisuus soveltuu erinomaisesti kemian oppimisen malliksi, kun vielä tärkeäksi osaksi mukaan luetaan opettajan tarjoama opetuksellinen tuki. Tällöin kyse on tutkimuksellisesta opiskelusta eli ohjatusta tutkimusprosessista, jossa keskeisenä ajatuksena on omien ajatusten, ideoiden sekä tulkinto-

jen tuottaminen ja niiden jakaminen yhteistä arviointia ja eteenpäin kehittelyä varten.

Tutkimuksellisen opiskelun, joka on luonnontieteiden oppimisen ydintä, keskiössä on uteliaisuus. Jo pienestä pitäen ihminen luontaisesti pohtii ja kyselee luonnon ilmiöistä ja haluaa ymmärtää ympäröivää maailmaa. Hän haluaa innostuneena kerätä tietoa sekä ratkaista ongelmia. Niinpä hän joko tutkii itse asioita suoraan tai saa vastauksia niiltä, jotka jo tietävät. Koska uteliaisuus on tutkimalla oppimisen ydintä, ovat kysymykset olennainen osa myös tutkimuksellisuutta, jonka puolestaan täytyy olla osa ihmismielen kasvua ja oppimista. Aluksi lapsen tutkimus keskittyy suoraan havainnoitaviin ja usein helposti ymmärrettäviin ilmiöihin. Tutkimuksellista otetta käyttäen hän rakentaa tietoaan ja taitojaan kyselemällä ja saamalla vastauksia. Hän viestii ajatuksiaan ja ideoitaan niin käytännön kokeiden kuin myös symbolien (puhe, kirjoitus, numerot, piirroksot) kautta. Vuorovaikutuksessa toisten kanssa lapsi kehittää kykyjään tehdä tutkimusta ja saada haltuun luonnontieteellisiä käsitteitä; yksi tieto rakentuu toisen päälle. Tällainen toiminta lisää kykyä yhteistoimintaan ja auttaa samalla kielen sekä luku- ja kirjoitustaidon kehittämisessä. Myöhemmin opittuaan lukemaan ja kirjoittamaan lapsi pystyy tutustumaan myös kirjoitettuun materiaaliin voidakseen verrata saamiaan tuloksia ja löytöjä luotettavaan luonnontieteelliseen tietoon. Lukemalla ja ymmärtämällä tätä materiaalia lapsi samalla liittyy laajempaan tieteelliseen yhteisöön aiheessa, jota hän tutkii. (Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Dyasi 2000.) Tutkimuksellisuus tarkoittaakin edellä esitetyn perusteella samalla kertaa sekä käytännöllistä että älyllistä toimintaa, eikä tutkimuksellinen opiskelu juuri eroa lapsen luontaisesta tavasta hankkia tietoa.

Tutkimuksellisen opiskelun tulee olla suunniteltua, ei kaoottista toimintaa. Se vaatii erilaista suhdetta opettajan ja oppilaan välillä kuin perinteiset opetus tavat vaativat sekä lisäksi korkeamman tason organisointia, suunnittelua ja jäsentelyä niin opettajalta kuin oppilaaltakin. Opettajan on esimerkiksi jo tutkimuksellisen opetuksen suunnitteluvaiheessa huomioitava muutakin kuin opettettava asiasisältö. Tähän opettaja tarvitsee tietoa opettamisesta ja oppimisesta. Toiminnan reflektointi ja sitä tukeva teorianmuodostus mahdollistavat sen, että taitava opettaja hioo opetuksensa juuri sen luokan toimintaan sopivaksi. Opetus ei ole vain oppimisasia eikä eksperttien kuvaamaa tietojen ja taitojen soveltamista, vaan se on luonnontieteiden opettajakoulutusta tutkineiden Barnettin ja Hodsonin (2001) mukaan pikemminkin monimutkaisen ja ainutkertaisen henkilökohtaisen ammatillisen tiedon ja ymmärryksen hyväksikäyttöä, kriittistä soveltamista ja kehittämistä.

### **Tutkiva oppiminen/opiskelu ja tutkimuksellinen opiskelu**

Kun puhutaan tutkimuksellisesta opiskelusta, viitataan tavallisesti tiedeopetuksen kontekstiin, jossa tutkimuksellisuudella on jokin yhteys tieteen tutkimustoimintaan. Se on linjassa tutkivan oppimisen/opiskelun kanssa, joka käsitteenä on yleisempi pedagoginen käsite ja jonka taustalla on myös oppimispsykologiaa. Esimerkiksi Hakkarainen ja kumppanit (1999b) määrittivät, että tutkiva

oppiminen tarkoittaa muun muassa sitä, että oppija sitoutuu asteittain syvenevään oppimisprosessiin, ja opettajan tehtävänä on tukea oppijan kehittymistä asiantuntijaksi ja tutkijaksi. Heidän mukaansa tutkivassa opiskelussa liikkeellelähtö tapahtuu avoimesti määrittelystä ongelmasta, johon ei ole olemassa kaavamaisista ratkaisua. Tiedon rakentamisessa korostuu toiminta sosiaalisessa ryhmässä, ja tärkeää siinä on asiantuntijuuden jakaminen. Opettaja on tutorin tai valmentajan roolissa, ja hän tukee ryhmätoimintaa sekä ymmärryksen ja tiedon etsinnän prosesseja. Tutkivassa oppimisessa tavoitteita ovat sisällön oppiminen, ongelmaratkaisutaidot, tiedonhankintataidot, yhteistyötaidot, itseohjautuvan oppimisen taidot, oman oppimisen arvioinnin taidot sekä tieteellisen ajattelun ja päättelyn taidot. Tieto tulee ankkuroida tieteenalojen moniulotteisiin ja haastaviin kysymyksiin sekä oppijoiden omiin kysymyksiin. Tärkeä osa tutkivaa oppimista on prosessin tulosten yhteenveto ja tulosten julkistaminen, jolloin oppijoiden tuottama tieto ei jää ainoastaan heidän omaksi tiedokseen.

Myös tutkivan oppimisen määrittelyn mukaan tulisi onnistua yhdistämään innostuneisuus, kokemuksellisuus ja pohdiskelu, niin että kehittyminen yleensä ja oman alan asiantuntijaksi erityisesti on mahdollista. Pelkkä teoreettinen pohdiskelu ilman kokemuksellisuutta on ikävyyttävää, ja pelkkä kokemuksellisuus sinänsä ei lisää oppimista, jos sitä ei liitetä mihinkään aikaisempaan teoriaan ja selitykseen. Hakkarainen ja kumppanit (1999 b) muistuttavat, että oppijat eivät tule oppimistilanteeseen pää tyhjänä, vaan heillä on ennakkokäsityksiä opittavasta asiasta. Nämä intuitiot saattavat poiketa tieteellisestä tiedosta, ja toisaalta niiden muuttaminen on vaikeaa. Ihmisen mieli ei ole tyhjä taulu, joka voitaisiin täyttää lukusuunnitelmassa määräytyillä tiedoilla, vaan yksilö aktiivisesti tulkitsee ja yrittää ymmärtää ympäröivää maailmaa jo kehityksensä varhaisvaiheesta lähtien ja rakentaa tätä varten omia intuitiivisia teorioitaan. Käsitteellisessä muutoksessa kiteytyy kouluoppimisen ja yleensäkin oppimisen vaikeus. Arkiteoria on otettava oppilaiden kanssa puheeksi, jotta opettaja voisi tukea heidän käsitteellistä muutostaan. (Hakkarainen ym. 1999 b, 175–205.)

### **Kokeellisuus tutkimuksellisessa opiskelussa**

Tutkimuksellinen opiskelu sisältää usein myös kokeellista työskentelyä. Kokeellisuus on ollut kemian opetuksen yksi tutkituimmista alueista viimeisten 50 vuoden aikana eri puolilla maailmaa, joten siitä on saatavissa runsaasti tutkittua tietoa. Suomessa tehtiin luonnontieteiden ja matematiikan kehittämiseen tähtääviin LUMA-talkoisiin (1996–2002) kuuluvien Kemian tänään -tapahtumien (1997–1998) yhteydessä survey-tutkimus (Aksela & Juvonen 1999) kokeellisen kemian opetuksen tilanteesta yläkoulun ja lukion opetuksessa sekä toinen tutkimus vuonna 2008 (Aksela & Karjalainen 2008). Näiden tutkimusten mukaan Suomessa kemianopettajien mielestä kokeellisuus on osa kemian opettamista. Tällöin opettajat tarkoittivat kokeellisuudella lähes poikkeuksetta opettajan ohjaamaa demonstrointia, tutkimusten ja omakohtaisten laboratoriokokeiden tekoa, havainnointia, mittauksia, johtopäätösten tekoa sekä taitojen harjaannuttamista. Samoja tuloksia kokeellisuuden käytöstä opetuksessa ovat saaneet tut-



kimuksissaan myöhemmin myös Lavonen (2009) tarkasteltuaan PISA-tutkimustuloksia (2006) sekä Lavonen ja Juuti (2012) ja Nivalainen, Asikainen ja Hirvonen (2013). Kokeellisuuden käsitteellä edellä mainittujen lisäksi voidaan tarkoittaa myös ryhmätyöskentelyä, opintokäyntejä sekä audiovisuaalisten apuvälineiden ja kerronnan avulla tapahtuvaa oppimista (esim. Lavonen & Meisalo ym. s.a.; Saarinen 1998). Kokeelliselle työskentelylle asetettujen tavoitteiden pohjalta Gott ja Duggan (1995) puolestaan jakavat työskentelyn taitoja harjaannuttavaan, havainnointia korostavaan, keksimistä korostavaan, todentamista korostavaan ja tutkimusta korostavaan kokeelliseen työskentelyyn.

Perinteisessä kemian opetuksessa hyvin paljon käytetyn empiirisen lähestymistavan mukaan opettaja kertoo aluksi opiskelijoille asiaan liittyvän teorian ja oppilaat suorittavat tämän teorian pohjalta siihen liittyviä kokeellisia töitä opettajan antamien tarkkojen työohjeiden perusteella. Kyseinen työohjeiden tarkka noudattaminen kokeellista työskentelyä tehdessä tunnetaan myös nimellä ”reseptityöskentely”. Tällaisen työskentelymenetelmän on tutkimuksissa todettu antavan luonnonilmiöistä ja niiden tutkimisesta usein liian yksinkertaistettun kuvan. Tutkittavan ilmiön luonne ja siihen liittyvät käsitteet saattavat jäädä irrallisiksi, oppimisesta tulee helposti mekaanista, oppimiskokemus jää passiiviseksi eikä se stimuloi ymmärtämiseen tarvittavia korkeamman tason ajattelutaitoja. (Shiland 1999; Hodson 1996; Duschl 1994.) Tällaisesta opetuksesta puuttuu Schreinerin ja Sjöbergin (2004) mukaan luovuus, hauskuus ja uteliaisuus, eivätkä oppilaat sitoudu opiskeluun, koska eivät koe opiskelua mielekkääksi. (Kupari ym. 2012a; 2012b; Lavonen & Laaksonen 2009; Kauppila 2007.)

Suomessa on tavallista, että opettajat opettavat perinteiseen tapaan mallintaa kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisua (esim. Lavonen & Juuti 2013). Koikeita ja tutkimuksia tehdään tunneilla usein, mutta ne tehdään lähes poikkeuksetta opettajan ohjaamina. Mikäli oppija saa mielekkäitä haasteita kokeellisuuden kautta, korkeamman tason ajattelutaitojen (soveltaa, analysoida, arvioida ja rakentaa tai luoda uutta tietoa) kehittäminen ja syvällisemmän ymmärryksen omaksuminen voivat toteutua (ks. esim. Csikós & Aksela 2007; Aksela 2005). Haasteena on saada oppilaat enemmän ajattelemaan ja puhumaan kemiasta kokeellisia töitä tehdessään. Työohjeiden muotoilulla on mahdollista vaikuttaa tähän asiaan. Oppilailla olisi hyvä teettää kokeellisia töitä, joissa on seuraavia vaiheita: (i) hypoteesin muodostaminen, (ii) työn suunnitteleminen, (iii) muututtujen muuttaminen, (iv) tulosten tulkinta ja luotettavuuden tarkastelu, (v) johdopäätösten tekeminen sekä (vi) tulosten esittäminen. (esim. Aksela 2005.)

Kokeellisen opetuksen tavoitteena on tukea oppilasta oppimaan eli konstruoimaan uutta tietoa tai kehittämään aiemmin omaksumia taitojaan. Kokeellisen työskentelyn merkitystä perustellaan esimerkiksi luonnontieteellisten periaatteiden ja käsitteiden omaksumisella, oppimaan oppimisella, taitojen harjaannuttamisella, asenteiden kehittämisellä ja laajemmin koko oppilaan persoonallisuuden kehittämisellä. (Lavonen & Meisalo ym. s.a.) Lukuisilla tutkimuksilla on myös osoitettu, että kokeellisuus eli käytännön työskentely vaikuttaa sekä opiskelumotivaatioon että tieteellisen tiedon ja taidon kehittymiseen (esim. Kärnä, Hakonen & Kuusela 2012; Alake-Tuenter ym. 2012; Minner, ym. 2010;

Aksela & Karjalainen 2008; Torn 2004; Lampiselkä 2003; Nakhleh, Polles & Malina 2002, 69–94; Aksela & Juvonen 1999; Domin 1999). Toisaalta kokeellisuuden motivoiva vaikutus saattaa kuitenkin olla vain hetkellistä, eikä se johda esimerkiksi lisäkurssien valitsemiseen myöhemmin (ks. esim. Abrahams 2009; Abrahams & Millar 2008). Oppilaat saattavat pitää kokeellisuudesta, koska silloin ei tarvitse pohtia teoreettisia abstrakteja asioita, vaan ainoastaan tehdään mittauksia ja luetaan mittaustuloksia. Siksi konkreettisen tekemisen lisäksi oppitunnilla on hyvä olla aikaa keskustella ja pohtia asioita monipuolisesti sekä miettiä niiden yhteyttä arkipäivään niin opettajan johdolla kuin oppilaiden keskenään (ks. myös Kärnä ym. 2012; Aksela 2009; Kauppila 2007; Aksela 2005; Domin 1999). Kärnä ja kumppanit (2012) esittävät, että opettaja voi motivoida oppilaitaan esimerkiksi järjestämällä opetustapahtuman siten, että 1) oppilaat ottavat oppimisen tavoitteekseen ja he tulevat tietoisiksi uskomuksistaan, ajattelutavoistaan, tunteistaan ja tarpeistaan sekä 2) opetustapahtuma sinällään tukee oppilaiden omatoimisuutta, aloitteellisuutta ja itsenäisyyttä.

Koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa kemian kokeellisuus on hyvä ilmaista tarkasti, jotta sen perusteella on mahdollista perustella tilojen, välineiden ja muiden resurssien tarvetta (Lavonen & Meisalo ym. s.a.; Lavonen & Meisalo 2005; Montonen 2003.)

Jotta kokeellinen opiskelu olisi tavoitteellista, tehtävien kokeellisten töiden tavoitteet kannattaa tuoda esille myös oppilaille. Samalla kokeellisella työllä voi olla monta tavoitetta, esimerkiksi (i) tietojen ja (ii) taitojen oppiminen, (iii) kiinnostuksen ja (iv) oppilaan kokonaispersoonallisuuden tukeminen tai (v) kemian tieteen luonteen opettaminen. Jotta kokeellinen työ ei jäisi oppilaille vain tempuksi, kannattaa kokeellista työtä suunniteltaessa pohtia oppilaan näkökulmasta myös sitä, mitä tehdään kokeellisen työn kolmessa eri vaiheessa: (i) ennen kokeellista oppilastyötä, (ii) kokeellisen oppilastyön aikana ja (iii) kokeellisen oppilastyön jälkeen. Lisäksi kannattaa miettiä, miten kokeellisen työn vaiheet tulee toteuttaa asetettuun tavoitteeseen pääsemiseksi. Kokeellisuuden arviointi on myös tärkeä vaihe oppilaan oppimisen kannalta. Oppilasta voi ohjata oman oppimisensa arvioinnissa esimerkiksi kysymyksillä: ”Mitä opin? Miten opin? Mitä olisi voinut tehdä toisin?” ja ”Mitä kannattaisi tutkia jatkossa?” Kokeellisen opiskelun tulisi olla monipuolista: Se voi olla (i) havainnointia, (ii) todentamista, (iii) keksimistä korostavaa, (iv) taitoja korostavaa tai (v) tutkimista korostavaa. (Ks. esim. Gott & Duggan 1995.)

Kemian opetuksessa työtavat ovat tärkeässä asemassa. Ollessaan monipuolisia työtavat tukevat opiskelijoiden oppimista. Tutkimusten (esim. Aksela 2005; Aksela & Juvonen 1999; Näsäkkälä ym. 2001) mukaan opiskelija oppii parhaiten tekemällä itse, ja itse tutkimalla hän saa lisäksi omakohtaisia kokemuksia erilaisista tutkimusmenetelmistä. Ihannetapauksessa tutkimuksia tehdessään opiskelija pääsee havainnoimaan ja pohtimaan itse tapahtumia ja arvioimaan koko tilannetta sekä oppimaan tämän kautta. Samoin kokeellisuus, jota koululuokassa pyritään toteuttamaan, havainnollistaa visuaalisesti kemian teoriaa. Kokeellisten töiden laadulla ja muodolla on merkitystä: opiskelijan tulee niitä tehdessään kyetä itse oivaltamaan ja löytämään tarvittavat ja halutut yhtä-

läisyydet sekä teoriat ja lait. On myös tärkeää, että oppimisympäristö on tilanteeseen sopiva ja tarkoin mietitty. Opettajan rooli on keskeinen kokeellisuuden oppimisen tukena: opettaja toimii suunnittelijana ja nk. katalyyttinä oppimisprosessissa. Ohjattujen tutkimusten suorittamista varten opettajat antavat ongelman ja materiaalit, ja oppilaiden tehdessä tutkimuksia opettajat kiertelevät luokassa, antavat palautetta, kyselevät oppilailta tutkimukseen liittyvistä asioista (Nivalainen, Asikainen & Hirvonen 2013). Opettaja ohjaa oppilasta myös ajattelemaan ja kysymään oppimisen kannalta tärkeitä miksi- ja miten- kysymyksiä. Kokeellisuuden toteutuksessa kannattaa edetä pienin akselin ja taitoja tulisi harjaannuttaa alakoulusta lähtien. Kokeellisessa työskentelyssä on olennaista se, että kyseessä on jäsenelty kokonaisuus, jonka opiskelija pystyy hahmottamaan ja oppiminaan sen kautta. (Elkana 2000; Lavonen & Meisalo ym. s.a.)

Kokeellisuudella uskotaan olevan vaikutusta muun muassa käsitteiden omaksumisen, oppimaan oppimiseen ja luovuuden kehittymiseen sekä erilaisen työskentelytaitojen kehittämiseen. Kokeellisuuden avulla uskotaan myös, että oppija pystyy muodostamaan jonkinlaisen sillan todellisuuden, havainnointivien objektien ja abstraktien ideoiden sekä käsitteiden välille (Millar, Le Maréchal & Tiberghien 1999). Kokeellisuuden koetaan kehittävän oppijan ymmärtämistä käsitteiden ja menettelytapojen osalta sekä antavan tieteen tekemisen mahdollisuuden ja samalla kehittävän oppijan kykyjä tieteelliseen tutkimukseen (esim. Hodson 1996). Mielessä on pidettävä, että kokeellinen toiminta ei kuitenkaan aina ja automaattisesti johda aktiiviseen tiedon käsittelyyn ja tiedon konstruointiin (Aksela & Juvonen 1999). Oppilaat tarvitsevat opettajan ohjausta, harjoittelua, tarpeeksi aikaa ja monipuolisia kokeellisuuden työtapoja. Kokeellisuuden kehittämisessä sen jatkuva arviointi on keskeistä. Kemia tänään -tutkimuksen mukaan opettajien mielestä hyvä kokeellinen työ tukee kemian teorian oppimista. Mutta pelkän kokeen tekeminen yksin ei saa aikaan oppimista, vaan opettajat korostivat keskustelun ja yhdessä pohdinnan tärkeyttä sekä ennen kokeellista työtä että sen jälkeen.

Hyvä kokeellinen työ on yksinkertainen, helppo ja turvallinen toteuttaa sekä selkeä ja motivoiva eikä liikaa aikaa vievä. Oppilaille on yleensä positiivinen asenne oppilastoita kohtaan, varsinkin jos kokeet onnistuvat ja he ymmärtävät, mitä ovat tekemässä. Tehtävän avoimuuden tulee olla vaihteleva työstä toiseen ongelman, välineiden, menetelmän ja tulosten käsittelyn suhteen, ja mukaan tulee ottaa myös projektitöitä, jotta kuva kemiasta tieteenä muotoutuisi lähemmäksi oikeaa. Aidon oppimisympäristön (oikea laboratorio koulussa tai vierailu muualla) vaikutusta oppimiseen pidetään tärkeänä. (Aksela & Juvonen 1999, 15, 19–21.)

Kemiaa kokeellisesti opiskeltaessa opiskelijoita pitäisi rohkaista myös kriittisyyteen. Heitä tulisi rohkaista kyseenalaistamaan ja jopa kumoamaan kemian teorioita ja väittämiä, joita opetuksessa käydään läpi. Tämä kehittäisi opiskelijoiden tieteellistä ajattelukykyä. Valitettavan usein kokeelliset työt ovat varsin suppeita ja valmiiksi mietittyjä sekä opettajan tieteellisen näkökulman kautta rajattuja. Itse tekemällä ja oivaltamalla kokeellisuuden kautta uudenlainen ajattelukulttuuri on tutkimusten mukaan mahdollista, kunhan siihen kiin-

nitettäisiin enemmän huomiota jo *töiden suunnitteluvaiheessa*. (Monk & Dillon 2000; Matthews 1994.) Useimpien kemian käsitteiden ja ilmiöiden opettamisessa suositellaan opetuksen lähtökohdaksi nk. makrotasoa eli oppilaan havaintojen tasoa (esim. Nakhleh ym. 2002). Liian usein kemian opetus alkaa joko mikrotasolta tai symbolitasolta eli opettajan tieto- ja taitotasoilta. Kokeellisen työn toteutusta suunniteltaessa kannattaa miettiä oppilaan näkökulmasta kolmea asiaa (esim. Millar ym. 2002):

1. tavoite: Mitä oppilaan tulisi oppia?
2. opetusjärjestelyt: Miten tehtävä muotoillaan tavoitteen mukaan ja mikä on sopiva työtapa?
3. arviointi: Mitä oppilas oppi? ja Miten sitä arvioidaan?

Näkemyksellä tieteellisen tiedon luonteesta ja kokeellisuuden merkityksestä on vaikutusta siihen, mikä osa kokeellisuudelle annetaan opetuksen tavoitteissa (Matthews 1994, 11–28). Kokeellisten luonnontieteiden opetuksessa positivistisen tiedenäkemyksen vaikutus on ollut suuri. Sen mukaan havainnointien ja kokeiden avulla voidaan induktiivisesti muodostaa ja todistaa lakeja tai teorioita. On kuitenkin hyvä muistaa, että opettajat eivät ole tieteen tekijöitä vaan pikemminkin tieteellisen tiedon välittäjiä (Monk & Dillon 2000, 74–76; Erduran & Scarri 2002). Heidän tulee tuntea tieteen teoriat ja mallit tai ainakin opetuskäyttöön niistä yksinkertaistetut opetusmallit, jotka heidän tavoitteenaan on viestiä oppilailleen. Kun opetuksessa demonstraatioiden ja kokeellisten töiden motivaationa on usein jonkin mallin tai teorian todistaminen, voi ongelmaksi muodostua se, että oppilas ei ymmärrä tekemänsä kokeen yhteyttä teoriaan, ja tästä syystä kokeiden tekeminen voi muuttua koneelliseksi reseptien seuraamiseksi (esim. Monk & Dillon 2000).

**Kootusti** voidaan sanoa, että luonnontieteiden opettajalta vaaditaan kolmenlaista osaamista: 1) opettajan tulee tuntea opettamansa tieteen keskeiset sisällöt eli teoriat ja menetelmät, 2) opettajalla tulee olla pedagoginen näkemys, jonka valossa hän voi tehdä opetusmenetelmälliset päätöksensä, ja 3) opettajan tulee ymmärtää opettamansa tieteen historiaa ja tieteenfilosofisia sitoumuksia ymmärtääkseen sitä ja osatakseen arvioida opetuksensa tavoitteita (Matthews 1994, xii–xiv). Erduran ja Scerri (2002, 18–22) korostavat erityisesti laajaa aineenhallintaa sekä tietoa oppiaineen epistemologiasta. Toisin sanoen, kun opettaja on sinut kemiatiedon kanssa, hän voi muokata tietoa opetettavaan muotoon, mikä tukee oppijan tiedon hankintaa.

Kokeellisten menetelmien ymmärtämiseen perinteisesti yhdistetään se, kuinka luonnontieteellinen tieto on kehkeytynyt pikku hiljaa ja kuinka luonnontieteellistä tietoa on opittu tutkimuksen kautta. Niinpä luonnontieteiden ymmärtämiselle on tärkeää, ei vain oppia käsitteitä ja ilmiöitä, vaan oppia myös tapaa, jolla uutta tietoa saadaan. Tämä opiskeluun liittyvä oppilaiden tapa hankkia tietoa on ollut monien tutkimuksen kohteena (esim. Wu & Tsai, 2005; Havu 2000; Saari 2000; Lehtelä 2001) kuten myös LUMA- ja FINISTE-hankkeissa. Tutkimuksissa on havaittu, että kun oppilaat yrittävät ratkaista on-

gelmia ja löytää selityksiä syyille ja seurauksille, heidän on oltava tietoisia omasta oppimistavastaan ja heidän on voitava soveltaa useampia tieteellisiä taitoja. Luonnontieteiden opetuksen luokanopettajille tekee haasteelliseksi se, että luokanopettajilta puuttuu keinoja, kuinka yhdistää oppimisprosessit ja tutkimuksellinen lähestymistapa käsitteiden opettamiseen ja luonnontieteen luonteeseen ja siksi moni opettaja tukeutuu tästä syystä oppikirjoihin toivoen, että siellä olisi myös valmiita tutkimustehtäviä (Havu-Nuutinen, Kauppinen ja Timonen 2005). Järjestettävissä opettajankoulutuksissa tulee kiinnittää huomiota myös tähän haasteeseen.

Luonnontieteiden opetuksen järjestäminen alakoulussa uudella tavalla korostaa luokanopettajan roolia. Tavallisesti opettajat valitsevat erilaisia opetusmenetelmiä käyttäen perustana uskomuksiaan ja tietoaan. He pyrkivät löytämään opetettavalle asialle tai ilmiölle sopivan kontekstin, refleктоivat kokemuksiaan, käyttävät vahvuuksiaan ja taustaansa. Tavoitteena heillä on tukea oppilaidensa luonnontieteiden oppimista. Kuitenkin opetuksen ja oppimisen kompleksisesta johtuen on mahdotonta määrittää opetustavan tehokkuutta yksiselitteisesti (vrt. Fitzgerald 2012). Luokanopettajalle on luonnontieteiden opetuksessa haasteellista yhdistää luonnontieteiden opetuksen sisältöön kuuluvat tekijät oppilaan luonnontieteellisen ymmärtämisen tukemiseen. Luonnontieteiden opiskeluun kuuluu käsitteiden oppimisen lisäksi myös menetelmien oppimista (Aho ym. 2003). Luonnontieteiden peruskäsitteitä ovat luonnonilmiöt ja niistä tehdyt havainnot. Niiden oppimisessa haetaan vastauksia kysymyksiin mitä ja miksi. Koulussa opettajan tehtävänä on auttaa oppilasta yhdistämään opitut käsitteet ja niistä muodostetut teoreettiset mallit ja hän pohjaa opetuksensa oppilaan aikaisempaan tietoon ja käsitteisiin. Oppilaille voi olla monenlaisia käsityksiä eri luonnontieteisiin liittyvistä ilmiöistä ja käsitteistä. Niiden saaminen selville ensin on tärkeää, jotta uutta tietoa voisi alkaa rakentaa. (Havu 2000; Havu-Nuutinen 2005.) Opettaja tekee päätöksen menetelmästä, joka parhaiten sopii toteuttamaan tietyn oppimisen päämäärää, kuten kehittää käsitteiden ymmärtämistä tai kykyä tehdä tieteellistä tutkimusta ja kokeiluja. Käytännön (hands on) toiminta, kuten lukeminen, keskustelut luokassa, opettajan tekemät demonstraatiot, taitojen harjoittelu, filmit, videot tai kokeiden tekeminen, ovat kaikki tärkeitä työkaluja, kunhan niitä käytetään sopivasti ja tarkoituksenmukaisesti. Opettajan tavoitteena on luoda tasapaino pedagogisen lähestymistavan, oppilaslähtöisen tutkimuksen tekemisen ja opettajan ohjauksen välillä. (Rankin 2000a.)

### **Opettajan rooli matkalla oppijakeskeiseen tutkimuksellisuuteen**

Kun tutkimuksellinen opiskelu määritellään siten, että se käsittää sekä käytännön tutkimusta että ongelmanratkaisua, on se sekä aktiivista ja fyysistä tekemistä että ajattelua ja järjeilyä. Siksi opettajan on sallittava oppijan itse hallita oppimisprosessiaan; vaihe vaiheelta oppija voi ottaa vastuuta suunnittelusta, tutkimusten teosta, todisteiden käytöstä yms. Tämä tarkoittaa sitä, että oppijalle annetaan mahdollisuuksia liittää asioita kysymyksiin, jotka kiinnostavat häntä, ja mahdollisuuksia hakea niihin myös vastauksia. Opettajan sallima joustavuus

oppijan kehittäessä yksilöllistä uteliaisuuttaan ja tapojaan ratkaista ongelmia erottaa tutkimuksellisen otteen tekemällä oppimisesta (hands on learning) (Rankin 2000a).

Asteittainen vastuunoton siirto opettajalta oppijalle on monimutkainen ja harkitusti suunniteltu prosessi. Se vaatii opettajalta niin pedagogista kuin didaktistakin taitoa ja tietoa sekä oppimisesta että opettamisesta (Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Hein & Lee 2000). Alakouluikäisten luonnontieteiden opetusta tutkineiden Ashin ja Kluger-Bellin mukaan ensimmäisessä vaiheessa opettaja mallintaa taitoja ja käytöstapoja, joilla hän haluaa oppilaansa oppivan toimimaan esimerkiksi yhteistyön tekemisen, kysymysten esittämisen, materiaalin huolellisen käytön, itsereflektoinnin eli pohdinnan sekä asioiden toisille esittämisen suhteen. Näin opettaja on ohjaaja ja toimii oppaana, kunnes oppilaiden omat taidot riittävät itsenäiseen työskentelyyn. Opettaja tukee sisällön oppimista, ja hänen tulee olla tietoinen siitä, mitä käsitteitä oppilaan tulee oppia, mutta silti hän sallii erilaisuutta eri oppilaiden tekemissä tutkimuksissa ja hyväksyy, että sama ongelma voidaan ratkaista monin eri tavoin. Opettajan luoma käsitteellinen kehys toimii pohjana oppilaiden ohjaamiselle oppimaan syvällisempää tieteellisessä mielessä. (Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Hakkarainen, Lippinen, Ilomäki, Järvelä, Lakkala, Muukkonen, Rahikainen & Lehtinen 1999a, 6–23.)

Edellä kuvatulla *mallintamisella* opettaja voi alkuvaiheessa auttaa oppilasta luomaan itselleen pohjaa, jonka varassa hän alkaa ottaa vastuuta omasta oppimisestaan ja tutkimuksellinen opiskelu tehostuu. Oppilasryhmässä opettajan tulee aluksi harjaannuttaa sosiaalisia taitoja sellaisten toimintojen kautta, jotka auttavat heitä työskentelemään yhdessä. Tässä vaiheessa opettajan tulee kiinnittää enemmän huomiota oppilaiden tapaan puhua toisilleen ja kunnioittaa toisiaan kuin asiasisältöön. Tällaisen toiminnan tavoitteena on kasvattaa luokkaan hyvää ja kannustavaa ilmapiiriä ja henkeä, jossa yksilö voi rakentaa omaa ymmärrystään työskentelemällä pienemmissä tai isommissa ryhmissä, osallistumalla keskusteluihin ja oppimalla kunnioittamaan toisten ideoita ja ajatuksia. (Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000.) Ideaalitapauksessa tieteellisen tutkimuksen tekemisprosessi sekä käsitteellisen ymmärryksen ja tiedon kehittämisprosessi toimivat yhteistyössä. Rankinin (2000a) mukaan prosessin ja sisällön saumaton yhteen kutoutuminen riippuu sekä opettajan että oppilaan kokemuksesta ja myös itsevarmuudesta tehdä tutkimusta. Killenin (2007) tutkimusten mukaan opettaja on vastuussa oppilasta kannustavan ja innostavan ilmapiirin ylläpidosta. Hänen tehtävänsä on myös tukea oppilasta hiomaan prosessitaitojaan ja luonnontieteellistä tietoaan (Ash & Kluger-Bell 2000). Näiden taitojen ja tietojen kehittymiseen tarvitaan aikaa ja harjoitusta.

Luonnontieteiden opiskelussa alakoulun opettaja joutuu kiinnittämään paljon huomiota oppimisympäristön luomiseen ja varustamiseen sellaiseksi, että se on oppilaita stimuloiva ja tukee heidän kiinnostustaan luonnontieteiden opiskeluun (esim. Tytler, Osborne, Williams, Tytler & Cripps Clark 2008, viii). Opettajan on myös suunnitteluvaiheessa huolehdittava, että oppimisympäristössä minimoituu epäjärjestys (Ash & Kluger-Bell 2000). Varsinaisessa

opiskelutilanteessa opettajan tehtävänä on opastaa oppijoita käyttämään ja käsittelemään materiaaleja suunnitelmien mukaan. Hän myös ohjaa opetuskeskustelua ja opastaa kokeellisten luonnontieteiden käytäntöihin. Opettaja esimerkiksi demonstroi, kuinka uusia työkaluja ja materiaaleja käytetään. Sisällön oppimista hän tukee auttamalla oppilasta muodostamaan alustavia selityksiä tuomalla esille tieteellisiä ideoita ja käyttämällä ajan tasalla olevaa terminologiaa sekä tieteellistä ja matemaattista kieltä. Hän auttaa oppilaita suunnitteluasioissa, muistiinpanojen tekemisessä, dokumentoinnissa ja päätelmien teossa. (Ash & Kluger-Bell 2000.)

Tutkimusprosessin ollessa käynnissä opettaja tavallisesti kiertelee luokassa ja kuuntelee oppilaiden keskusteluja, kysymyksiä ja ajatuksia. Ongelmatilanteissa hän pysähtyy auttamaan kyselemällä ja keskustelemalla. Uusien termien, esimerkiksi termien "eniten" ja "vähiten", merkitysten oppimista opettaja voi auttaa alkuun mallintamalla. Jonkin aikaa harjoiteltuaan termien käyttöä oppilas voi saada opettajalta lisäohjausta, kuinka käyttää näitä termejä uusissa tilanteissa ja sisältöalueilla. Prosessitaitojen kehittäminen vaatii aikaa. Aluksi opettaja voi kuvailla prosesseja, joita oppilas tulee käyttämään tutkimuksia tehdessään. Hän demonstroi tai mallintaa tulevaa toimintaa, josta oppilas voi tehdä havaintoja ja kysellä sekä reflektoida toimiaan. Näin opettaja auttaa oppilasta harjoittamaan sekä sosiaalisia taitoja että prosessitaitoja mutta aina myös tiettyä sisältöaluetta. Oppilas kirjoittaa päiväkirjaa: hän kuvailee, havainnoi ja kirjaa tapahtumia luonnontiedossa niin kuin muissakin aineissa. (Ash 2000b.)

Tutkimuksellisen opiskelun opetteluvaiheessa opettajan on hyvä käyttää paljon aikaa siihen, että oppilasryhmässä saadaan harjoitella kyselemistä. Aluksi on tarpeen harjoitella viittä tavanomaista kysymyssanaa: kuka, mitä, milloin, missä ja miksi. Ashin (2000b) mukaan alkuvaiheessa kysymykset tavallisesti ovat avoimia kysymyksiä, mutta pikkuhiljaa oppija oppii tarkentamaan kysymyksensä enemmän luonnontieteelliseksi kysymyksiiksi. Tavoitteena on päästä yksilöityihin kysymystyyppisiin: "Mitä tapahtuu, jos teen näin?" tai "Kauanko kestää, jos teen näin?" Oppija oppii myös luokittelemaan kysymyksiään tutkimuskysymyksiin ja vastattaviin kysymyksiin. Myös kyselyn opettelu alkuvaiheessa opettaja mallintaa toimintatapaa. Samoin hän tekee eron arkikielen ja tieteellisen kielen käytön välillä ja opettaa tieteellistä kielenkäyttöä. Oppilaiden kanssa voi aloittaa tieteellisen kielenkäytön opetteluun konkreettisten materiaalien ja välineiden (esim. pipetti) nimien opettelulla. Ajan myötä, kun sanavarasto on karttunut ja abstraktit käsitteet ovat tulleet oppilaan jokapäiväiseen puheeseen, voi opettaja tietoisesti sanoittaa oppilaiden tekemisiä käyttäen tieteellisiä termejä: "Huomasin, että päätit verrata suolan liukenemista kuumaan ja kylmään veteen." Vähitellen oppilas alkaa käyttää samoja ilmauksia kuin opettaja on käyttänyt ja sisällyttää niihin tarvittavia käsitteitä ja taitoja. Tässä vaiheessa opettaja voi ottaa tarkempaan tarkasteluun myös muuttuja-käsitteen opetteluun.

Kuten edellä kuvatusta ilmenee, tutkimuksellisessa opiskelussa aikaa myöten opettajan antama suoranainen opetus vähenee. Sen sijaan hän mallintaa eli toimii esimerkkinä, ohjaa ja avustaa sekä jatkuvan arvioinnin perusteella säätelee oppilasryhmässä yksilöiden työtä (Ash & Kluger-Bell 2000). Formatiiv-

vinen arviointi on tärkeä oppimisen seurantatyökalu, sillä sen avulla tarkkailaan oppilaan ymmärtämisen ja toiminnan kehitystä sekä edistetään hänen itse-reflektointitaitojaan. Arviointitehtävien tulee keskittyä tärkeisiin sisältö- ja toimintatavoitteisiin ja antaa oppilaille mahdollisuus osoittaa ymmärrystään ja kykyään tehdä tiedettä. Opettaja arvioi sitä, mitä hänen oppilaansa tietää, mikä oppilaille on vaikeaa ja missä hän tarvitsee apua. Opettaja auttaa oppilasta siirtymään seuraavaan vaiheeseen käyttäen sopivia vinkkejä ja johdattelua. Arviointi tutkimuksellisessa opiskelussa onkin laajempi käsite kuin perinteinen testaus. Se sisältää yhteyden opettamisen ja oppimisen välillä ja antaa tietoa opetuksen kaikilta toiminta-alueilta. Nykyaikana, kun on alettu enemmän kiinnittää huomiota luonnontieteiden opetukseen ajatuksena valmentaa nuoria nyky-yhteiskuntaan ja tulevaan maailmaan, tutkimuksellinen opetus ja sen arviointi ovat tulleet tärkeäksi kouluissa. (Harlen 2000; Hein & Lee 2000.)

Tutkimuksellinen opiskelu, joka on monimutkainen tieteen tekemisen prosessi, sisältää monia osa-alueita summatiivisen arvioinnin kannalta. Ensinnäkin, kuinka hyvin oppilas osaa suorittaa fysikaalisia prosesseja, kuten mittaaminen, havainnointi, tutkimuksen suunnittelu, ongelmanratkaisu jne. Myös oppilaan ajatuksen ja järkeilyn taitoja tulee mitata eli esimerkiksi sitä, tekeekö oppilas oikeita päätelmiä, valitseeko hän oikeita menetelmiä tai havaitseeko hän säännönmukaisuuksia luonnossa. Lisäksi on tärkeää arvioida oppilaiden luonnontieteellistä käsite- ja sisältötietoa. Tällöin arviointiin tulee sisällyttää myös kysymyksiä, jotka edellyttävät, että oppija tuottaa tietoa, kuten selityksiä, esseevastauksia, piirroksia ja esittäviä kokeita, sen sijaan että vastaukset olisivat vain monivalintavastauksia tai oikein-väärin- vastauksia. Tiedon tuottamisen arviointi ainakin periaatteessa arvioi monimutkaisia ajatusten ja taitojen ketjuja. (Hein & Lee 2000.)

Tiedonsiirtoon perustuvaa ja asiayhteyteen sitoutumatonta opetusta pidetään ongelmallisena (Schreiner & Sjöberg 2004). Opettajakeskeisestä ja tiukasti ylhäältäpäin ohjatusta opetuksesta on tavoitteena päästä oppilaskeskeiseen ja ilmiöitä käsittelevään oppimiseen (ks. esim. Whitenack & Swanson 2013; Zeichner, 2010; Darlin-Hammond, 2006).

Aiemmin tässä luvussa esille tuodun perusteella voidaankin tutkimuksellisen opiskelun yhteydessä opettajaa työssään kuvata monin metaforin, esimerkiksi opettaja uutisten lukijana, puutarhurina, yrittäjänä tai matkaoppaana. Hyvän opettajan toimintatapa vaihtelee opetustilanteen (mukaan lukien oppilaat, asiasisältö, ilmapiiri, avunanto) luonteen mukaan, eikä hänen motivointinsa tai oppilaidensa inspirointi ole edes selkeästi eriteltävissä. Haastetta opetukseen tuo se, että hyvin harva opettaja on itse opiskellut käyttäen tutkimuksellista menetelmää, eikä juuri ketään ole opetettu opettamaan tällä tavoin.

### **Oppijan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa**

Kyseleminen ja tutkiminen ovat luonnontieteiden oppimisen ydintä. National Research Council (2000) määrittää, että oppijan näkökulmasta kyselemistä ja tutkimista harjoittaessaan oppija kuvailee esineitä ja tapahtumia, esittää kysymyksiä, luo selityksiä ja testaa niitä olemassa olevaa tieteellistä tietoa vasten



sekä viestittää ajatuksiaan toisille. Oppija identifioi esitietonsa, käyttää kriittistä ja loogista ajattelua sekä miettii vaihtoehtoisia selityksiä. Näin hän aktiivisesti kehittää omaa tieteellistä ymmärrystään yhdistämällä tieteellisen tiedon omiin päättely- ja ajattelutaitoihinsa. Lasta tulee jo pienenä kannustaa ja tukea hänen pyrkimyksissään kehittää kykyjään tulla todelliseksi ajattelijaksi eli kykyä pohdimalla ratkaista ongelmia, nähdä useita tapoja löytää ratkaisuja, kerätä ja punnita todisteita ja soveltaa sekä testata tieteellisiä ideoita. Lapsen tulee kokea löytäminen iloa ja hän tarvitsee mahdollisuuksia kehittää tieteellisiä kykyjään, kuten pitkäjännitteisyyttä, riskinottoa, uteliaisuutta ja keksimistä. Edellä luetellut, tutkimuksellisen opiskelun avulla kehittyvät taidot, varustavat lasta toimimaan tehokkaasti aikuisena sekä työ- että arkielämässä.

Peruskoulun alaluokilta eli tutkimuksellisen opiskelun varhaisesta vaiheesta lähtien oppijalla tulee olla aikaa työskennellä myös sosiaalisten ja prosessitaitojensa kanssa. Alkuvaiheessa voisivat korostua prosessitaidoista erityisesti havainnointi ja kysely eikä niinkään hypoteesien teko ja tulkinta. Sitä mukaa kun kaikki muutkin prosessitaidot (kysely, ennustaminen, hypoteesien teko, tutkiminen, havainnointi, tulkinta ja kommunikointi) alkavat olla hallussa, niitä aletaan harjoitella myös suunnittelussa ja tutkimuksen teossa. Oppijan on hyvä oppia käyttämään itse tekemiä tutkimuslöytöjä ja havaintoja, kun hän rakentaa käsitteellistä ymmärrystään. Oppijaa rohkaisee ja hänen itsetuntoaan kohottaa, jos hän saa kokea, että hänen havainnoillaan ja kysymyksillään on arvoa. Yhteiseksi puheen ja mietinnän aiheeksi on hyvä ottaa toiminnan mielekkyys ja järjestyminen. Prosessitaidot ovat myös aluksi oppimisen kohteena ja myöhemmin oppijat käyttävät niitä edistämään oppimisprosessiaan. Ne toimivat myös tärkeänä linkkinä aikaisemman ja tämänhetkisen tiedon välillä. Samalla oppija oppii myös luonnontieteen sisältöjä. (Ash 2000a; Ash 2000b; Rankin 2000b.)

Oppimisen edetessä oppija kehittää havaitsemilleen ilmiöille alustavia selityksiä ja hän alkaa testata niitä. Osana tutkimusta hän myös harjoittelee erilaisia taitoja, jotka auttavat häntä ymmärtämään näkemäänsä. Hänen on myös opittava käyttämään instrumentteja ja työkaluja johonkin tiettyyn tarkoitukseen – mittalasin käyttöä tilavuuden mittaamiseen tai pH-mittarin käyttöä happamuuden määrittämiseen. Aikaa myöten hän oppii järjestämään saamaansa tietoa monin tavoin, esimerkiksi kirjoittamalla päiväkirjaa työskentelyn aikana, piirtämällä havaintoja ja pohdintoja, tekemällä graafeja, kaavioita ja taulukoita. Niiden avulla hän opiskelee tulkitsemaan saamiaan tutkimustuloksia. Tämän lisäksi hän oppii siinä sivussa sinnikkyyttä ja ongelmanratkaisua, kun tulokset eivät olekaan aina helposti saatavilla. Yksi tärkeä älyllisen ja akateemisen kehityksen osa on tulla tietoiseksi omasta tietämisensä tasosta. Luonnontieteellinen tutkimusenteko antaa lapsille mahdollisuuden saada välitöntä palautetta omien tutkimustensa tuloksista: lamppu joko palaa tai ei pala sen mukaan, miten kytkentä on tehty. (Ash & Kluger-Bell 2000; Dyasi 2000; Kluger-Bell 2000.)

Tutkimuksen tekeminen vaatii oppijalta kommunikointia, yhteistyötä ja ajatusten jakamista toisten kanssa. Sen lisäksi, että nämä ovat tärkeitä taitoja oppia, ovat dialogi ja sosiaalisesti kerätty tieto tehokkaita tapoja rakentaa yksilöllistä, käsitteellistä ymmärrystä. Materiaalien runsas saatavuus tutkimukselli-

sessä opiskelussa antaa oppijalle enemmän vastuuta sekä kokeilun suunnittelun että toteutuksen kontrollimahdollisuuksia. Tavallisesti oppijalla ei ole juuri mahdollisuuksia tehdä tärkeitä päätöksiä. Tutkimuksellisessa opiskelussa näin on. Oppija saa kehittää päätöksentekotaitojaan yhteistyössä työpariensä kanssa ja opettajan avustuksella. Kun työkalut tutkimuksellista opiskelua varten on saatu, tarvitaan mahdollisuuksia tehdä myös pitkäkestoisia tutkimusprojekteja. Niiden aikana käsitteiden oppiminen on täydellisempää ja sekä ajattelun että luonnontieteellisten taitojen kehittyminen jatkuu. Tällaisissa projekteissa oppijan työ muuttuu keskittyneemmäksi. (Dyasi 2000; Kluger-Bell 2000.)

### **Yhteenvetoa**

Edellä esitetyn pohjalta huomioitavaksi tulevan kemian opettajakoulutuksen suunnittelussa voi todeta, että tutkimuksellinen opiskelu on luonnontieteiden oppimisen ydintä ja sen keskiössä on oltava uteliaisuus. Opettajan sallima joustavuus oppijan kehittäessä yksilöllistä uteliaisuuttaan ja tapojaan ratkaista ongelmia kuuluu tutkimukselliseen opiskeluun, mikä poikkeaa tekemällä oppimisesta (ks. esim. Rankin 2000a). Kouluttajina meidän tulee muistaa, että opiskelun tulee olla tarkoin suunniteltua ja mukana on koko ajan oltava ohjajan tarjoama opetuksellinen tuki. Kyse on siten tutkimuksellisesta opiskelusta eli ohjastusta tutkimusprosessista, jossa keskeisenä ajatuksena on oppijoiden omien ajatusten, ideoiden ja tulkintojen tuottaminen ja jakaminen yhteistä arviointia ja kehittelyä varten. Niinpä se tarkoittaa tutkimista, mikä johtaa kysymysten esittämisen, löytöjen tekemisen ja tehtyjen löytöjen perusteellisen testauksen avulla uuteen ymmärrykseen. Opiskelutilanteisiin on tarvetta liittää myös reflektointia, keskustelua ja yhteistyötä toisten kanssa, ajatusten jakamista, tiedon ja havaintojen tulkintaa sekä uusien käsitteiden soveltamista uusiin asiayhteyksiin. (ks. esim. Aksela 2005; Lavonen ym. s.a.; Näsäkkälä ym. 2001; Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Dyasi 2000; St John 2000, 109–111.) Tavoitteena koulutuksissa on, että tutkimuksellinen opiskelu käsittää käytännön tutkimuksia ja ongelmanratkaisua, ja siten tutkimuksellisuus on sekä aktiivista, käytännöllistä tekemistä että ajattelua ja järkeilyä.

Tutkimuksellisessa opiskelussa opettajan on aikaa myöten sallittava oppijan itse ottaa haltuunsa oppimisprosessiaan (ks. Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000). Asteittainen vastuunoton siirto opettajalta oppijalle on monimutkainen ja harkitusti suunniteltava prosessi. Se vaatii opettajalta niin pedagogista kuin didaktistakin taitoa ja tietoa sekä oppimisesta että opettamisesta. Vaihe vaiheelta oppija siirtyy ottamaan vastuuta suunnittelusta, tutkimusten teosta, todisteiden käytöstä yms. Tämä tarkoittaa sitä, että oppijalle annetaan mahdollisuuksia liittää asioita kysymyksiin, jotka kiinnostavat häntä, ja mahdollisuuksia hakea niihin myös vastauksia. Jotta tähän päästään, opettajan on hyvä käyttää paljon aikaa tutkimuksellisen opiskelun opetteluvaiheessa siihen, että oppilasryhmässä saadaan harjoitella kyselemistä. Aluksi on tarpeen harjoitella viittä tavanomaista kysymyssanaa: kuka, mitä, milloin, missä ja miksi.

Koulussa opettajan tehtävänä on auttaa oppilasta yhdistämään opitut käsitteet ja niistä muodostetut teoreettiset mallit, ja hänen tulee pohjata opetuk-

sensa oppilaan aikaisempaan tietoon ja käsitteisiin. Tutkimusten mukaan luokanopettajat tarvitsevat keinoja, kuinka yhdistää oppimisprosessit ja tutkimuksellinen lähestymistapa käsitteiden opettamiseen ja luonnontieteen luonteeseen. Järjestettävissä koulutuksessa tulee kiinnittää paljon huomiota oppimisympäristön luomiseen ja varustamiseen sellaiseksi, että se on oppijoita stimuloiva ja tukee heidän kiinnostustaan luonnontieteiden opiskeluun. (Ks. esim. Fitzgerald 2012; Tytler ym. 2008, viii; Havu-Nuutinen ym 2005; Aho, Havu-Nuutinen & Järvinen 2003.)

#### 2.2.4 Tutkimuksellisuus tässä tutkimuksessa

Päämääränä kehittämistutkimuksessani on kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa sekä sisällöllisiä että menetelmällisiä työkaluja kemian opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Hankkeen aikana yhdessä koulutettavien opettajien ja luokanopettaja-opiskelijoiden kanssa kehitetään opettajakoulutusta niin, että se tarjoaa heille konkreettisia työkaluja tutkimuksellisten työtapojen ja -menetelmien käyttöön ottoon omassa työssä luokanopettajana. Haasteena on saada koulutus sellaiseksi, että se kasvattaa luokanopettajan motivaatiota, uskallusta ja halua opettaa kemiaa käyttäen ongelmalähtöistä ja kokeellista otetta eli tutkimuksellisuutta. Opettajan antaman ohjauksen ja asiantuntijuuden merkitystä ei myöskään saa unohtaa.

Yhtenä teoreettisena lähtökohtana tutkimuksessa on tieto kemian luonteesta empiirisenä luonnontieteenä, jolle on tavanomaista juuri erilaisten tutkimusten tekeminen. Ilmiölähtöisessä tutkimuksessa tyypillistä on havaintojen teko, mitä pyritään mallintamaan ja käsitteellistämään monin tavoin. Koulutus pyritään järjestämään autenttisisessa oppimisympäristössä, koska sen tiedetään motivoivan oppijoita. Kokeellisuus, erilaiset laitteet ja laboratorioympäristö tuovat autenttisuutta kemian opiskeluun.

Luonnontieteissä tutkimuksen keskeinen perusta on, että jokainen uskomus, hypoteesi ja malli on asetettava kyseenalaiseksi ja pyrittävä testaamaan kokeellisesti. Näin on hyvä tehdä myös luonnontieteiden opetuksessa, sillä tämä on tapa opettaa ajattelemaan kriittisesti. Lukio- ja perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa (Opetushallitus 2004; Opetushallitus 2003) korostetaan, että *”kemian opetuksessa on olennaista johdonmukainen ohjaaminen tiedonhankinnan menetelmään, johon kuuluvat seuraavat seikat:*

1. *havaintojen, mittausten, kokeiden ja tutkimusten tekeminen ja suunnittelu*
2. *keskustelu, havaintojen käsitteleminen, esittäminen, tulkitseminen ja mallintaminen*
3. *johtopäätösten ja hypoteesien tekeminen sekä niiden testaaminen*
4. *havaintojen ja esitettyjen tietojen kriittinen arviointi*
5. *opitun soveltaminen ongelmanratkaisussa.”*

Jotta koulutuksessa konkreettinen tekeminen johtaisi tutkimusprosessin ymmärtämiseen ja käsitteiden hallintaan, on oppija saatava sitoutettua siihen, mitä

hän tekee. Tutkimusten mukaan oppijälähtöisyys ja sen myötä tutkimuksellisuus tuovat mukanaan tätä sitoutumista. Kokeellisuuden lisäksi keskeistä tutkimuksellisessa opiskelussa on, että yksilö ohjaa omaa oppimistaan asettamalla itse ongelmia, rakentamalla omia käsityksiään ja etsimällä uutta syventävää tietoa oman kehitystasonsa mukaan. Tutkimuksellisuutta noudattavan yhteisön toiminta pyritään organisoimaan siten, että se tukee myös yksilöllistä kasvua.

Kemian opettajakoulutuksen tavoitteiden asettelussa tulee huomioida, että luonnontieteellisen lukutaidon (science literacy) kehittyminen on tärkeää (vrt. Krajcik & Sutherland 2010; Holbrook & Rannikmae 2009; Cresswell & Vayssettes 2006). Luonnontieteelliselle lukutaidolle on määritelty kolme ulottuvuutta: luonnontieteelliset käsitteet, prosessit ja tilanteet, jotka kaikki on syytä ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Erityisesti huomiota on tarpeen kiinnittää ryhmä- ja yhteistyön merkitykseen, luovuuteen ja luonnontieteellisen tiedon monimuotoisuuteen (Collins ym. 2001).

Kemian opettajakoulutuksen järjestämisessä liikkeelle lähdetään luonnontieteille tyypillisten kokeellisten työtapojen laajasta hyväksikäytöstä. Uudet käsitteet pyritään sitomaan aiemmin opittuihin käsitteisiin ja kokemuksiin. Kokemusten kautta käsitteet on tarkoitus sitoa oppijoiden jokapäiväiseen elämään. Opetuksessa pyritään monikanavaisuuteen kokeellisuuden ja erilaisten tehtävätyyppien kautta. Tavoitteena on koulutuksen aikana käyttää aikaa keskusteluihin, niin tuloksista kuin monipuolisemminkin tieteistä, eikä ainoastaan mitä - vaan myös miten -ja miksi -kysymysten pohjalta.

Tutkimuksellisen kemian opiskelun tulee opettajakoulutuksessa olla tarkoin suunniteltua ja mukana on koko ajan kouluttajien tarjoama opetuksellinen tuki. Tutkimuksellinen opiskelu on siten ohjattu tutkimusprosessi, jossa keskeisenä ajatuksena on omien ajatusten, ideoiden ja tulkintojen tuottaminen ja jakaminen yhteistä arviointia ja kehittelyä varten. Tässä tarvitaan reflektointia, keskustelua ja yhteistyötä toisten kanssa, ajatusten jakamista, tiedon ja havaintojen tulkintaa sekä uusien käsitteiden soveltamista uusiin asiayhteyksiin.

Kuten koulussa myös opettajien koulutuksessa kouluttajien tehtävänä on auttaa oppijaa yhdistämään opitut käsitteet ja niistä muodostetut teoreettiset mallit. Tämä vaatii oppijoiden aikaisemman tiedon ja käsitteiden tuntemisen selville ottamista. Luonnontieteiden opiskelussa alakoulun opettaja joutuu myös kiinnittämään paljon huomiota oppimisympäristön luomiseen ja varustamiseen sellaiseksi, että se on oppilaita stimuloiva ja tukee heidän kiinnostustaan luonnontieteiden opiskeluun. Nämä edellä esitetyt asiat tulen huomioidaan suunniteltaessa koulutuksia opettajille.

Kun tutkimuksellinen opiskelu määritellään lähestymistapana siten, että se sisältää käytännön tutkimuksien lisäksi ongelmanratkaisua, on tutkimuksellisuus sekä aktiivista, fyysistä tekemistä että ajattelua ja järkeilyä. Oppijan on tällöin mahdollista tulla oman oppimisprosessinsa haltijaksi asteittain. Tämä vaatii opettajalta niin pedagogista kuin didaktistakin taitoa ja tietoa sekä oppimisesta että opettamisesta. Nämä asiat tässä kehittämistyössä tullaan nostamaan keskusteluihin ja käytännön harjoitteluun.

Aiemmin luvussa 2.2.3 esitetyn perusteella tutkimuksellisuus opiskelussa tarkoittaa sitä, että sekä oppija että opettaja tulevat huomioitua ja termi tutkimuksellisuus määrittyy sekä oppijan oppimisen että opettajan opettamisen näkökulmasta. Oppijan näkökulmasta kyse on luonnontieteisiin liittyvien erilaisten taitojen ja ymmärryksen kehittymisestä hänen osallistuessaan tieteelliseen tutkimusprosessiin. Käytännön tasolla se pitää sisällään oppijan kysymyksiä, havainnointia, mittauksia, tutkimuksen suunnittelua ja pohdintaa saatujen tulosten pohjalta sekä tulosten arviointia ja vertailua toisten saamiin tuloksiin.

Opettajan näkökulmasta tutkimuksellisen opiskelun piirissä opettaminen tarkoittaa niitä tapoja ja tekniikoita, joilla opettaja ohjaa oppilaitaan heidän tutkimusprosessissaan. Opettajan tärkein tehtävä on saada oppilaat sitoutumaan tutkimusprosessiin. Jos vain mahdollista, jopa tutkimuskysymykset ja mielenkiinnon kohteet tulisi lähteä oppilailta. Yksi tärkeä piirre tutkimuksellisuudessa on, että opettajan tehtävänä on auttaa oppilaita tunnistamaan ajatteluprosessinsa ja kommunikoidaan siitä sekä suunnittelu- että varsinaisen tutkimusprosessin aikana. Tällaisen tutkimuksellisen opetus- ja oppimisprosessin kautta oppijat voivat hankkia sekä tieteelliseen tutkimukseen tekemiseen liittyviä taitoja että itse aineenhallintaan liittyvää käsitteiden ymmärrystä että tietoa. Mutta ennen kuin näin pitkälle on päästy, on opettaja aiemmin vaihe vaiheelta opastanut oppilaitaan tutkimuksellisen opiskelun pariin opettamalla ja harjoituttamalla prosessitaitoja ja vastuunottoa omasta oppimisesta. Tämä oppijoiden harjaanuttaminen tutkimuksellisuuteen tapahtuu tavallisesti alakouluvaiheessa, joten omassa opettajankoulutuksen kehittämistyössämme tulemme kiinnittämään huomiota erityisesti tutkimuksellisen opiskelun prosessitaitojen opastukseen, mitä olen käsitellyt edellisessä luvussa 2.2.3.

Tutkimuksellinen opiskelu on siis hyvin monenlaista ja -tasoista riippuen sekä opettajan että oppijoiden kokemuksesta ja aikaisemmista tiedoista ja tarpeista, käytettävissä olevista välineistä ja ajasta sekä käsitteiden hallinnasta. National Research Councilin (2000) mukaan tutkimukselliseen opiskeluun liittyy kuitenkin viisi erilaista piirrettä, joita voi soveltaa kaikilla tasoilla ja jotka on syytä olla käytössä ainakin jossakin opiskelun vaiheessa, joskaan ei jokaisella oppitunnilla. Tutkimuksellisen opiskelun viisi piirrettä ovat seuraavat (National Research Council 2000):

1. Oppilaat työskentelevät luonnontieteisiin liittyvien kysymysten parissa.
2. Oppilaat käyttävät todistusaineistoa hyväkseen etsiessään ja kehitellessään selityksiä näihin kysymyksiin.
3. Oppilaat muotoilevat selityksiä vastatessaan kysymyksiin kerätyn aineiston pohjalta.
4. Oppilaat arvioivat omia selityksiään luonnontieteellisen ymmärryksen valossa.
5. Oppilaat keskustelevat ja arvioivat ehdottamiensa selitysten oikeellisuutta.

Yllä esitettyjä tutkimuksellisuuden piirteitä voi soveltaa tilanteen ja oppilaiden taitotason mukaan. Tavanomaista ainakin alakoulujen puolella on osittainen

tutkimuksellisuus, mikä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että opettaja on muotoillut tutkimuskysymyksen ja oppilaat suorittavat jonkun kokeen, saavat siitä tutkimusaineistoa ja sen perusteella vastaavat tutkimuskysymykseen. Tavoitteena kuitenkin on, että kaikki yllä esitetyt viisi eri piirrettä tulevat oppilaille tutuiksi koko opiskelun jossakin vaiheessa. Oppilaiden ja opettajan roolit voivat myös vaihdella niin, että välillä opiskelu on enemmän oppilaskeskeistä eli avointa., välillä opettaja ottaa ohjaajan roolin ja tutkimuksen tekeminen on tällöin suljettumpaa. Tavanomaista on, että tutkimuksellisen opiskelun käyttöönoton alkuvaiheessa työskentelytavan ollessa vierasta on opettajan ohjaava rooli suurempi.

Bell (2005) tutkimusryhmänsä kanssa on laatinut tutkimuksellisuudelle neljä tasoa. Nämä tasot muodostavat jatkumon, jossa oppilaat tutkimustaitojensa kasvetta ja ajattelutaitojensa kehittyttyä voivat siirtyä haastavammalle tasolle. Heidän laatimansa tasoluokitus on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6 Tutkimuksellisen opiskelun tasoluokitus (Bell, Smetana & Binns 2005)

Tutkimuksellisuuden taso	Kysymyksen, suoritustavan ja ratkaisun valinta
1. Todentava tutkimuksellisuus	Opettaja määrää kysymyksen, tutkimuksen suorittamisen tavan sekä oikean vastauksen.
2. Jäsennelty tutkimuksellisuus	Opettaja määrää kysymyksen ja tutkimuksen suorittamisen tavan, omanlaisen ratkaisun saa oppija.
3. Ohjattu tutkimuksellisuus	Opettaja määrää kysymyksen, tutkimuksen suorittamisen tavan ja omanlaisen ratkaisun saa oppija.
4. Avoin tutkimuksellisuus	Oppija määrää kysymyksen, tutkimuksen suorittamisen tavan sekä ratkaisun.

*Todentava tutkimuksellisuus* (Confirmation) on lähellä perinteistä kokeellista työtä. Siinä opettaja määrää kysymyksen, tutkimuksen suorittamisen tavan sekä oikean vastauksen. Tämän tason tutkimuksesta käytetään usein myös nimitystä suljettu tutkimustehtävä. Tehtävänä voisi olla esimerkiksi selvittää kolmen tunteamattoman liuoksen happamuus, emäksisyys tai neutraalius käyttäen annettua indikaattoria, jonka värimuutokset tunnetaan. *Jäsennellyssä tutkimuksellisuudessa* (Structured inquiry) kysymys on annettu, ja tutkimuksen suorittaminen tehdään opettajan laatiman ohjeen mukaan. Tutkimuksesta voidaan saada erilaisia tuloksia. Tehtävänä voisi olla esimerkiksi selvittää, miten sokerin liukenemisnopeus muuttuu veden lämpötilan muuttumisen seurauksena. *Ohjatussa tutkimuksellisuudessa* (Guided inquiry) opettaja antaa tutkimuskysymyksen, mutta oppilaat suunnittelevat itse tai ainakin valitsevat kokeen suoritustavan. Annettu tehtävä voisi olla esimerkiksi seuraava: Suunnittele koejärjestely, jossa selvität, mitkä tekijät vaikuttavat veden jäähtymiseen kattilassa. *Avoimessa tutkimuksellisuudessa* oppilaat päättävät itse myös tutkimuksen ongelman. Suurin haaste avoimessa tutkimuksellisuudessa on se, miten oppilaat keksivät sellaisia tutkimusongelmia, jotka ovat luonnontieteen käsitteenmuodostuksen kannalta taroituksenmukaisia. Yksi toimiva ratkaisu tähän on, että opettaja johdattaa oppilaat tutkittavan ilmiön äärelle. Tällaisena herätteenä voi toimia esimerkik-

si opettajan tekemä demonstraatio, aiemmin tehty oppilastyö, vierailu, jokin uutinen, artikkeli tai internet-sivu.

Windschitl (2003, 114) on laatinut tasojen sijaan tehtävätyyppiluokittelun kuvaamaan erilaisia tutkimuksellisuuden toteutustapoja. Hän määrittelee luonnontieteellisen tutkimuksen tehtävätyypit taulukon 7 mukaan.

TAULUKKO 7 Tutkimuksellisen opiskelun tehtävätyyppiluokitus (Windschitl 2003 mukaan)

Tehtävätyyppi	Kysymyksen, toiminnan ja ratkaisun valinta
1.Suljettu tehtävä	Reseptin mukaan tehty tehtävä, jossa todennetaan jo tiedetty asia
2.Jäsennelly tehtävä	Oppilaat löytävät annettuun kysymykseen annetulla tavalla toimien ratkaisun
3.Ohjattu tehtävä	Oppilas saa kysymyksen, johon hän omalla tavalla toimien etsii ratkaisun
4.Avoim tehtävä	Oppilaat muotoilevat itse omat kysymyksensä ja suorittavat omat tutkimuksensa ja saavat ratkaisunsa

*Suljettu tehtävä* eli reseptin mukaan tehty tehtävä, jossa todennetaan tiedetty asia, vastaa täysin Bellin (2005) tasoluokituksessa todentavan tutkimuksellisuuden tasoa. *Jäsennellyn tehtävään* avulla oppilaat löytävät annettuun kysymykseen annetulla tavalla toimien vastauksen, ja tällöin on kyseessä Bellin (2005) mukaan jäsennellyn tutkimuksellisuuden taso. *Ohjatussa tehtävässä* opettaja sallii oppilaidensa tutkia annettua ongelmaa käyttäen omia menetelmiä, aivan kuten on asianlaita Bellin (2005) mukaan ohjatun tutkimuksellisuuden tasolla. *Avoim tehtävä* vastaa avoimen tutkimuksellisuuden tasoa ja siinä oppilaat muotoilevat itse omat kysymyksensä ja suorittavat omat tutkimuksensa ja saavat ratkaisunsa.

Molemmissa edellä esitetyissä luokituksissa (taulukot 6 ja 7) kyse on opettajan ja oppijan välisestä vastuunotosta eli kuinka paljon informaatiota ja vastuuta opettaja antaa oppijalle (taulukko 8).

TAULUKKO 8 Oppijan vastuu tutkimuksellisuuden tason tai tehtävätyypin mukaan

Tutkimuksellisuuden taso / tehtävätyyppi	Oppija saa kysymyksen	Oppija saa menetelmän	Oppija saa ratkaisun
1.	-	-	-
2.	-	-	+
3.	-	+	+
4.	+	+	+

Tutkimuksessani käytän tutkimuksellisuuden taso -käsitteiden sijaan tehtävätyyppi -käsitteitä. Luokittelen tehtävätyypit kolmeen kategoriaan taulukon 9 mukaan.

TAULUKKO 9 Tutkimuksellisen opiskelun tehtävätyyppiluokitus tässä tutkimuksessa

Tehtävätyyppi tässä tutkimuksessa	Kysymyksen, toiminnan ja ratkaisun valinta	Windschitl (2003) tehtävätyyppi	Bell ym. (2005) tutkimuksellisuuden taso
Suljettu tehtävä	Reseptin mukaan toiminta	1. tehtävätyyppi	1. taso
Ohjeistettu tehtävä	Opettaja asettaa kysymyksen, valitsee toimintatavan, mutta ratkaisu saattaa vaihdella	2. tehtävätyyppi	2. taso
Avoin tehtävä	Ongelma asetetaan yhdessä tai oppija asettaa oman ongelmansa, mutta toiminnan ja ratkaisun määrittää oppija	3. tehtävätyyppi tai 4. tehtävätyyppi	3. taso tai 4. taso

Kuten taulukosta 9 voi huomata, olen käytännössä yhdistänyt siinä avoimen tehtävän alle 3. ja 4. tehtävätyypit eli 3. ja 4. tutkimuksellisuuden tasot. Perustelen valintaani sillä, että omassa kehittämistutkimuksessani, kun on kyseessä alakoulun kemian opetus, tutkimusongelman hyvin harvoin asettaa oppilas yksin. Sen sijaan ongelman asettavat oppilaat yhdessä opettajan kanssa, koska opettaja ammattitaitoisena pedagogina on viime kädessä kuitenkin vastuussa opetettavasta asiasta. Varsinainen suunnittelu, toiminta ja ongelmanratkaisu voivat olla oppijan määrittämiä.

### 2.3 Kohti osallistavaa opettajankoulutusta

Opettajana ei koskaan tulla valmiiksi mutta opettajankoulutuksesta saa eväitä oman henkilökohtaisen opettajaidentiteetin löytämiseen ja opettajana kasvamiin. Opettaja tekee työtään persoonalla, joten työssä kehittyminen on samalla myös ihmisenä kehittymistä.

Tutkimuksessani kehittämiskohteena ovat luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutus. Molemmista kohderyhmänä ovat aikuiset oppijat. He tulevat koulutukseen mukanaan oma työ- ja elämäkokemuksensa. Aikuisopiskeluun liittyvä vapaaehtoisuus nykyään on usein näennäistä, sillä useimpien on pakko osallistua koulutuksiin, koska maailma ja sen myötä vaatimukset muuttuvat. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa luokanopettajilla oli tarve saada uudeksi työkaluksi tutkimuksellisuus kemian opetuksessa. Luokanopettajan aikuiskoulutuksessa puolestaan mukana oli ihmisiä, jotka elämäntilanteestaan johtuen joko olivat vaihtamassa ammattia tai pätevyitymässä luokanopettajiksi. Seuraavissa alaluvuissa (2.3.1 ja 2.3.2) nostan tarkasteluun ensin käsitteet osallisuus ja osallistava pedagogiikka. Sitten tarkastelen asioita, joita meidän kouluttajien on syytä huomioida järjestäessämme osallistavaa opettajankoulutuksessa aikuisille. Luvussa 2.3.3 keskityn opettajan ammatilliseen kehittymiseen yhteisöllisyyden merkitykseen opettajankoulutuksessa osana osallisuutta. Viimeisessä alaluvussa käsitelen vielä erityisesti luokanopettajille suunnatun science-opetuksen erityispiirteitä tehtyjen tutkimusten valossa.



### 2.3.1 Osallistava pedagogiikka

Osallisuutta on käsitelty kirjallisuudessa eri näkökulmista ja eri käsitteiden avulla. Niiden suomennoksena on yleensä osallistua-verbin johdannainen. ”Participatory pedagogy” (osallistava pedagogiikka) perustuu Deweyn (1966) ajatteluun ja se yhdistää osallisuuden demokratiaa korostaviin kasvatukseen ja koulutuksen lähtökohtiin. Freiren (1998) ja Hooksin (2007) ”engaged pedagogy” (osallistava pedagogiikka) kritisoi perinteisiä opetuksen ja oppimisen käsityksiä ja esittää osallistavaa pedagogiikkaa murtavaksi voimaksi ja yhteiskunnallisten valtarakenteiden kyseenalaistajaksi. Viime aikoina on myös käsite ”engagement” (kiinnittyminen) liitetty tarkasteluun, jossa on kyse opiskelijoiden ja henkilöstön yhteisestä sitoutumisesta oppimiseen ja opetukseen (Haworth & Conrad 1997; Kuh 2005; Purnell ym. 2010). Osallistumisen tematiikka on kyseessä myös esimerkiksi koulu yhteisöjen kollektiivista oppimista tutkivissa lähestymistavoissa (esim. Engeström 2001; Paavola & Hakkarainen 2005). Yhteistä näkökulmille on, että ne nähdään vaihtoehtoina tai vastakohtina yksin tekemiselle, ulkopuolisuudelle, passiivisuudelle ja vieraantumiselle.

Kukaan ei yksin voi olla osallinen, sillä osallisuuteen kuuluu vahvasti aina toiminta. Osallisuuteen tarvitaan myös aina ryhmä tai yhteisö, jossa ihminen elää ja on vuorovaikutuksessa. Osallisuus ryhmässä tai yhteisössä lähtee siitä, että jokaisella yksilöllä on oma paikkansa yhteisön jäsenenä ja hänellä on lupa ilmaista tunteitaan ja mielipiteitään. Oma paikka yhteisön jäsenenä luo tunteen kuuluvuudesta. Osallisuus vaatii ryhmän vetäjiltä ja jäseniltä aktiivista vuoropuhelua. Kootusti osallisuutta voi kuvata seuraavin määritelmien:

- osallisuus on halua vaikuttaa ympäristöön ja olla osa sitä
- osallisuuden vastakohtana on välinpitämättömyys tai osattomuus
- osallisuus on oikeutta omaan identiteettiin ja arvokkuuteen osana yhteisöä
- osallisuus on vastuun kantamista ja saamista oman, toisten ja koko yhteisön toimintakyvystä
- osallisuuteen kasvatetaan ja kasvetaan (Kiilakoski 2007, 10–15).

Korkeakouluopetuksessa samoin kuin aikuisten opetuksessa tärkeintä on vaikuttaa opiskelijoiden persoonaan. Tiedot ja taidot unohtuvat tai vanhenevat hyvin nopeasti, mutta asiantuntijaksi kehittymisen kannalta merkittävämpää on koko persoonaan vaikuttava muutos ja identiteettityö. Kun opiskelija pystyy olemaan mukana opinnoissaan koko persoonallaan, oppiminen on motivoivaa ja palkitsevaa, jolloin myös oppimisesta tulee syvempää.

*Osallistava pedagogiikka* käsitteenä on laaja, erilaisia pedagogisia strategioita yhdistävä lähestymistapa. Opiskelussa se tarkoittaa toisenlaista toimintaa kuin mihin on totuttu. Ulkoluvun ja irrallisten, yksittäisten tehtävien tekemisen sijaan korostuvat laaja-alaisemmat ilmiöt ja ongelmat. Opiskelussa tärkeimpiä asioita ovat toiminta, yhteisen tiedon sekä osaamisen rakentaminen ja erilaisten vaihtoehtojen ja näkökulmien löytäminen.

Osallistava pedagogiikka nojaa tutkivan ja autenttisen oppimisen periaatteisiin ja siinä korostuu oman ajattelun ja sen reflektoinnin merkitys. Oppimislähtöisessä oppimisprosessissa pyritään huomioimaan oppijan tarpeet ja odotukset sekä aikaisemmat tiedot. Se mahdollistaa monenlaisten oppijaa aktivoivien, tutkivien sekä ongelma- ja ilmiölähtöisten menetelmien käyttämisen. Tiedon rakentaminen tapahtuu vuorovaikutuksessa toisten oppijoiden kanssa. Oppijoita kannustetaan kriittisyyteen ja aktiivisuuteen. He ottavat itse vastuuta oppimisestaan, joka on oivaltamista, soveltamista, kriittistä ajattelua ja syvällistä ymmärtämistä. Oppiminen on oppijan oman näkemyksen rakentamisen prosessi. (Postreff & Lindblom-Ylänne 2008, 113–114.)

Osallistava oppiminen ja osallistava pedagogiikka tukevat toimijuuden, pystyvyyden (self-efficacy) sekä sitkeyden ja sinnikkyuden (resilience) kehittymistä. Se mahdollistaa vaikuttamisen ja luo tunteen yhteisöön kuulumisesta ja sitoutumisesta. Toimijuus tarkoittaa oppijan kykyä suunnitella, ohjata, toteuttaa ja arvioida omaa oppimistaan ja opiskeluaan. Osallisuus taas tarkoittaa kokemusta voida vaikuttaa itseän ja toisiin kohdistuviin odotuksiin ja vaatimuksiin sekä myös itse luoda niitä. Vertaisryhmässä oppijat vastuutetaan toistensa osallistumisen tukemisesta ja hyödyntämisestä. Kaikki ei jää vain yksittäisen opiskelijan vastuulle. Myös arvioinnissa tavoitteena on tukea opiskelijan kokemusta siitä, että hän voi itse vaikuttaa tavoitteenasetteluun, toimintaan ja arviointiin. (Kumpulainen, Krokfors, Lipponen, Tissari, Hilppö & Rajala 2009.)

### 2.3.2 Kouluttajana osallistavassa aikuiskoulutuksessa

Oppijana aikuinen on itsenäinen, jatkuvasti itseään kehittämään pyrkivä ja omasta opiskelustaan vastuullinen. Hänen opiskelumotivaatioonsa vaikuttavat opiskelun sisällön lisäksi myös omat odotukset ja tavoitteet. Häntä kuvaavat käsitteet elinikäinen oppiminen, omaehtoisuus ja itseohjautuvuus. Aikuisena oppiminen usein pohjaa aiemmin opittuun ja koettuun, ja uusi tieto on mahdollista yhdistää ennestään tuttuihin asioihin. *Itseohjautuvuus* kytkeytyy humanistiseen ihmiskäsitykseen ja ilmentää ajatusta vapaasta ja itseohjautuvasti toimimaan pyrkivästä aikuisesta, joka luottaa itseensä ja kehittymismahdollisuuksiinsa. Toisaalta *yhteisöllisyyden* tärkeys ilmenee esimerkiksi niin, että kanssappiijolleen itseohjautuva oppija on oppimisresurssi, jota koulutuksessa on vaikea millään muulla resurssilla korvata. (Karjalainen, Klemi, Lonka & Saksa 2004, 249; Koro 1998, 27; 1995, 8; 1993.)

Aikuiskoulutuksessa kouluttajan tehtävänä on ohjata oppimista, ei niinkään toimia sisältötiedon siirtäjänä. Hän voi edistää opiskelujen mielekkääksi tekemistä esimerkiksi perehtymällä etukäteen mahdollisimman hyvin opiskelemaan tuleviin oppijoihin. Mitä tarkemman kuvan oppijoista etukäteen pystyy muodostamaan, sitä paremmin heidän oppimisprosessiaan on mahdollista tukea (Hätönen & Nurmi 1984, 26). Koska kouluttajan käsitykset oppimisprosessista heijastuvat opetukseen ja välittyvät sen kautta myös oppijoille, kouluttajan on uudistua hallittava kriittisen itsereflektion taidot (Malinen 2004; Koro 1995, 116). Opintojen aikana asiantuntevalla ohjauksella ja kouluttajien opetustaidoilla on suuri merkitys opiskelun mielekkääksi kokemiselle (Silkelä 2003, 19).

Aikuisopiskelussa oppimistavoitteet ohjaavat niin sisällöllisiä kuin menetelmällisiä valintoja ja ovat oppijan toiminnan ohjauksen ja tuloksellisuuden arvioinnin kriteerinä (Ekola 1986, 133). Tavoitteita asettaessaan kouluttajan on hyvä pitää mielessä oppimiskäsitys, opiskelijoiden taustatekijät ja aikaisemmat kokemukset sekä oma asiantuntijuus (Hätönen & Nurmi 1984, 27–28). Tavoitteiden määrittely sinänsä on jo osittain opetettavan sisällön valintaa.

Aikuiskoulutuksessa korostuu monenlainen kommunikointi (esim. Mezirow 1991). Kouluttajien tehtävänä on dialogiin perustuvassa, *yhteisen tiedon ja osaamisen rakentelussa ja arvioinnissa* erityisesti luoda turvallinen ja rohkaiseva ilmapiiri ja kiinnittää huomiota toisten kunnioittamiseen (Fullan 1993; Laine 2009a; Pasanen 2001).

Tutkimukseni puitteissa järjestettävissä koulutuksissa on tarpeen huomioida oppijoiden aikaisemmat kokemukset kemian omakohtaisesta opiskelusta ja opettamisesta. (Vrt. Niikko 2008.) Omia kokemuksia tulkitessaan oppijat nimitään etsivät niille merkityksiä (Dewey 1910, 8; 1938, 13, 27). Ja kun oppijat reflektoivat omia, työssä saamia kokemuksia koulutuksen aikana, jäsentävät he toimintatilannetta ja sen päämääriä, ja suhteuttavat niitä aikaisempaan tietoonsa ja ymmärrykseensä (Mezirow 1995, 8, 23; Jarvis 1997, 13). Näin ollen oppiminen ja kasvu etenevät konkreetteja kokemuksia ja toimintaa kriittisesti reflektoimalla. Reflektoinnissa on siten kyse sisäisen tietoisuuden muuttumisesta ja omakohtaisen suhteen muodostamisesta käsiteltäviin asiasisältöihin. Koko opiskeluaika on oppijoille heidän oman käyttötiedon muodostamisen ja sen uudistamisen aikaa (Kiviniemi 1995, 7).

Edellä kerrottu kriittinen reflektio ja sen myötä *uudistuva oppiminen* on aina tietoista toimintaa. Aikuisen oppijan on mahdollista uudistaa vääriksi osoittautuneet merkitysskeemat ja -perspektiivit ja pyrkiä sen avulla voittamaan pelkonsa esimerkiksi kemian oppimista kohtaan; oppimisprosessissa tunteillaikin kun on merkityksensä. (Mezirow 1995, 34–35; Mezirow 1991, 160–161; Kolb 1984, 144–145.) Kriittinen reflektio saattaa jopa muuttaa oppijan minäkuva, mutta muuttuakseen toiminnaksi se vaatii pysähtymisen ja tilanteen uudelleenarvioinnin. (Mezirow 1995, 29–30, 35–36.) Jotta oppija uskaltautuu kokeilemaan uutta ja näkemään haasteet myönteisinä hänen itsearvostuksensa on oltava kunnossa. Tämä on edellytys myös sille, että hän pystyy toimimaan oman oppimisensa ohjaajana.

Kriittistä reflektiota ja sen myötä merkitysperspektiivin muutosta voi siten seurata muutos minässä (Mezirow 1991, 177). Aikuisen oppimiselle välttämätön, tasapainoa järkyttävä kriisi tai tapahtuma, Malisen (2000) nimeämä särö, syntyy elämäkokemuksen tai erityisen oppimiskokemuksen yhteentörmäyksessä. Vanha rutiini pitää rikkoa, jotta todellista oppimista voi tapahtua ja uusi tapa toimia mahdollistuu. Oppimiskokemuksen tarkoituksena on ravistella turvallista ja tavanomaista elämäkulkua ja muuttaa oppijan tuttua tapaa toimia. Tällöin aikuisessa tutkimusten mukaan herää tarve todelliseen oppimiseen, joka muuttaa hänen tapaansa ajatella ja toimia. (Malinen 2000, 134–139; Malinen-Laine 2009; vrt. Kolb 1984, 144–145.)

Osallistavassa pedagogiikassa kriittinen reflektio nähdään oppimisen perustaksi ja se osallistaa oppijan refleктоimaan ja arvioimaan menneisyyttä, nykyisyyttä ja tulevaisuutta. Osallistavassa pedagogiikassa kriittinen reflektio toimii apuvälineenä, jolla yksilö rakentaa ja uudistaa omaa kilpailukykyään jatkuvan muutoksen keskellä. Tästä syystä oppimisessa keskeisiksi kysymyksiksi nousevat järjestelyt, joilla mahdollistetaan kriittinen reflektio, kehittävä arviointi ja tulevaisuuteen suuntautuminen. Kriittinen reflektio tarkoittaa aktiivista osallistumista. (Stenlund 2011.)

Tutkimuksessani kohderyhmänä olevilta luokanopettajilta edellytetään heidän työssään kykyä ottaa vastuuta omasta toiminnasta ja niin myös opetusmenetelmistä, niiden käytön perusteltavuudesta ja kehittämisestä. Jotta voi ottaa vastuuta omasta toiminnasta, on oltava tietoinen sen vaikutuksesta sekä siihen vaikuttavista perusteista. Toisaalta kun on tietoinen toimintansa perusteista, on niiden kriittisen tarkastelu mahdollista, ja se voi johtaa toiminnan muuttumiseen ja siten opettajana kehittymiseen (vrt. Mezirow 1995).

Opetuskokemus ja sen reflektoinnin merkitys oppijalle on tärkeä, kun hänen pyrkii ymmärtämään monimutkaisia kokonaisuuksia, joista opetuksen tietopohja koostuu (Nilsson 2008). Tutkimukseni aikana järjestetyissä täydennyskoulutuksissa on tarpeen järjestää autenttisia tilanteita, joissa hankittujen kokemusten reflektoinnin kautta luokanopettaja voi pyrkiä ymmärtämään omaa toimintaansa todellisessa luokkatilanteessa ja toisaalta hän voi verrata omaa toimintaansa muiden kanssaoppijoiden toimintaan (vrt. Wenger 1998, 215–216; Kolb 1984, 34–35).

Kasvuprosessissa ja asiantuntijuuden kehittämisessä tärkeää on toiminta, eikä teoriaa ja käytäntöä voi erottaa toisistaan (Tynjälä 2008; Tynjälä ym. 2006; Mezirow 1991, 160–161; Kolb 1984). Käytännössä tämä edellyttää oppimisympäristöä, jossa opettajankoulutus ja käytännön koulutyö nivoutuvat yhteen (Tynjälä 2010). Tämä luo haasteita meille koulutuksen ja niin muodoin myös oppimisympäristön järjestämisessä. Mielekkäiden sisältöjen ja opetustilanteiden järjestäminen edellyttävät oppijoiden toiminnan ymmärtämistä ja huomioimista. Opintojen suunnitteleminen yhdessä oppijoiden kanssa parantaa mahdollisuutta löytää enemmistöä kiinnostavat opiskelutalantöt. Jo oppijoiden koulutukseen liittyvien toiveiden ja tarpeiden kartoittaminen etukäteen auttaa löytämään ryhmälle mielekkäitä, heidän omaan työhönsä tai muuhun opiskeluun sovellettavissa olevia opintosisältöjä.

**Yhteenvetona** voi todeta, että aikuisena oppiminen tapahtuu oppijan elämän kokonaisvaltaisessa viitekehyksessä. Osallistava pedagogiikka tunnistaa kriittisen reflektion oppimisen perustaksi ja se osallistaa oppijan refleктоimaan ja arvioimaan menneisyyttä, nykyisyyttä ja tulevaisuutta. Elämäkokemuksen ja uuden oppimiskokemuksen yhteentörmäyksessä syntyvän särön tulee ravis-tella turvallista ja tavanomaista, jotta tapa toimia pääsee muuttumaan ja todellista oppimista voi tapahtua. Tutkimuksessani tällaisia säröjä voi saada aikaan esimerkiksi rohkaisemalla koulutukseen osallistuvia luokanopettajia tai luokanopettajaopiskelijoita toimimaan oman mukavuusalueensa rajamailla. Vääriksi osoittautuneet merkitysskeemat ja -perspektiivit on tällöin mahdollista

uudistaa ja esimerkiksi voittaa pelot ja ennakkoluulot kemiaa kohtaan. (Esim. Stenlund 2011; Malinen 2000; Mezirow 1995, 34–35; Mezirow 1991, 160–161; Kolb 1984, 144–145.)

Aikuiskoulutuksessa on tärkeää huomioida oppijoiden aiemmat kokemukset, sillä ne suuntaavat heidän odotuksia, mutta myös käsityksiä itsestä asioiden taitajina sekä luovat kiinnityspinnan uusille opittaville asioille (vrt. Niikko 2008). Osallistavassa pedagogiikassa kriittinen reflektio toimii apuvälineenä, jolla yksilö rakentaa ja uudistaa omaa kilpailukykyään jatkuvan muutoksen keskellä. Tästä syystä oppimisessa keskeisiksi kysymyksiksi nousevat järjestelyt, joilla mahdollistetaan kriittinen reflektio, kehittävä arviointi ja tulevaisuuteen suuntautuminen. Kriittinen reflektio tarkoittaa aktiivista osallistumista. (Stenlund 2011.) Yhteisölliseen kommunikointiin ja dialogiin perustuvassa yhteisen tiedon ja osaamisen rakentelussa sekä arvioinnissa kouluttajien tulee kiinnittää erityistä huomiota turvallisen, rohkaisevan ilmapiirin luomiseen ja toisten kunnioittamiseen, jotta syntyy onnistuneita oppimiskokemuksia. Tässä kouluttajan omalla persoonalla on tärkeä merkitys. (Laine 2009a; Pasanen 2001; Fullan 1993; Mezirow 1991.)

Aikuiskoulutuksessa opintojen aikana saadulla asiantuntevalla ohjauksella ja kouluttajan luovilla ja persoonallisella opetusmenetelmillä on suuri merkitys opiskelun mielekkyyden kokemiseen (Hätönen & Nurmi 1984, 31–32; Silkelä 2003, 19). Usein niillä on selkeää siirtovaikutusta koulutettavan omaan työhön.

### 2.3.3 Opettajan ammatillinen kehittyminen

Ammatillisesti itsensä kehittäminen eli *elinikäinen oppiminen* on viime kädessä jokaisen opettajan omalla vastuulla. Opettajan elinikäisessä oppimisessa kokonaisuus muodostuu peruskoulutuksen ja työkokemuksen lisäksi täydennyskoulutuksesta. Sen tarpeellisuudesta ollaan opettajien kesken yksimielisiä, mutta koulutuksen sisällöt jakavat mielipiteitä (Jokinen, Markkanen, Teerikorpi, Heikkinen & Tynjälä 2012, 27). Tarvetta on täydennyskoulutukselle, joka tuottaa heti käytäntöön sovellettavissa olevaa osaamista (esim. Helin, 2014), mutta toisaalta tarvetta on myös täydennyskoulutukselle, joka kohdentuu ensisijaisesti opettajan tietojen ja taitojen päivittämiseen (esim. Winter 2009, 9). Erityisesti uudet oppiaineet tai opintokokonaisuudet eivät voi olla lähtökohtaisesti tuttuja kaikille opettajille, eikä voida olettaa opettajan perehtyvän uusiin sisältöihin itsenäisesti ilman riittävää koulutusta. Myös sattumanvarainen, opettajan omista intresseistä nouseva täydennyskouluttautuminen saattaa piristää arjen työelämää, mutta ei yleensä yksin ole riittävää ammattitaidon ylläpitämiseksi (Clark 1992, 77).

Konkreetteja täydennyskoulutusohjelmia suunnitellaan ja kokeillaan tällä hetkellä eri puolilla maailmaa. Monissa niistä korostuvat aineenhallintaan liittyvät koulutussisällöt. Opetusmenetelmällisesti tavoitteena on usein siirtyä opettajakeskeisestä ja tiukasti ylhäältäpäin ohjatusta opetuksesta oppijakeskeiseen ja ilmiöitä käsittelevään oppimiseen (esim. Whitenack & Swanson 2013; Darlin-Hammond, 2006; Zeichner, 2010; Teitel 2003). Päinvastoin kuin muualla maailmalla suomalaisten opettajien aineenhallinta on valmistumishetkellä erit-

täin hyvä, joten täydennyskoulutuksessa meillä onkin syytä painottaa enemmän opetusmenetelmällisiä seikkoja ja työelämässä vastaan tulevia käytänteitä ja haasteita.

Suomalaista opettajakoulutusta kokonaisuudessaan pidetään kansainvälisten, oppimistuloksia mittaavien tutkimusten perusteella onnistuneena (Toom, Kynäslähti, Krokfors, Jyrhämä, Byman, Stenberg, Maaranen. & Kansanen 2010, 331). Opettajien peruskoulutus on tänä päivänä tutkimuspohjaista ja samaa voi odottaa myös täydennyskoulutukselta. Tavoitteena ovat tutkimusorientoituneet opettajat, joilla on vahva pedagoginen osaaminen. On kuitenkin muistettava, että opettajien peruskoulutuksessa opitut valmiudet eivät luo edellytyksiä opettajan tulokselliselle opetustoiminnalle läpi työuran, vaan nuorempina suoritettu koulutus tarjoaa lähinnä valmiudet jatkuvaan uuden oppimiseen (Opetusministeriö 2005, 12). Ammatillisesti itsensä kehittämiseen ja kehityksessä mukana pysymiseen kuuluu tällä hetkellä luokanopettajien kohdalla uudenlaisten oppimistapojen, kuten esimerkiksi tutkimuksellisuuden haltuunotto ja päivittäminen.

Opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen jatkumon muodostaminen Suomessa on haasteellista, koska meillä täydennyskoulutuksen taustalta puuttuu peruseriaate sekä yleinen malli. Helin (2014, vii) esittää väitöskirjatutkimuksessaan, että jokaisella opettajalla tulisi olla oikeus ja velvollisuus läpi työelämän kulkevaan, ammatillisen kehittymisen täydennyskoulutusjatkumoon. Täydennyskoulutuksessa tärkeiksi asioiksi koetaan yhteisöllisyys ja mentorointi, joka pitää sisällään ajatusten vaihtoa, keskustelua ja vuoropuhelua, jossa molemmat osapuolet oppivat (vrt. Karjalainen, Heikkinen, Huttunen & Saarnivaa-ra 2006, 96).

Opettajien täydennyskoulutusta ja ammatillista kehittymistä tukevissa hankkeissa ja niissä tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että ammatillista kehittymistä tukee ja samalla auttaa opettajia ottamaan käyttöön uusia pedagogisia innovaatioita esimerkiksi se, että hankkeen selkeät tavoitteet liittyvät oppilaiden motivoitumiseen ja oppimiseen sekä näitä tukevan uuden pedagogiikan kehittämiseen. Toisaalta on myös havaittu, että rakenteellisesti koulutuksen on hyvä pitää sisällään lähitapaamisten lisäksi myös tuettua etätyöskentelyä. Kun koulutukseen tulee opettajaryhmiä eri kouluilta, luo se vuorovaikutusmahdollisuuksia, edesauttaa verkottumista sekä tukee yhteistyön tekemistä. Tavoitteena hankkeissa on usein ollut, että syntyneet innovaatiot leviäisivät muidenkin kuin koulutuksissa mukana olleiden käyttöön. Täydennyskoulutuksissa tärkeäksi opettajien osallisuutta lisääväksi asiaksi on havaittu se, että opettajat ovat aktiivisesti mukana sekä suunnitteluvaiheessa että koulutuksen arvioinnissa varsinaisen toiminnan lisäksi. Toiminnanaikainen pienryhmätyöskentely osaltaan mahdollistaa aktiivisen reflektoinnin ja toiminnan jatkuvan arvioinnin yhteisöllisesti. (Esim. Lavonen, Juuti, Aksela & Meisalo 2006; Prenzel & Ostermeier 2006; van Driel, Beijaard & Verloop 2001.) Tällainen opettajien työskentely pienryhmissä ja reflektointi omien ja kollegojen uskomusten ja käytäntöjen pohjalta haasteellisten tehtävien parissa tutkimusten mukaan tukee ammatillista kehittymistä (esim. Falk & Drayton 2009; Sandholtz 2002). Tulevaisuudessa yhteisöl-

lisyys voi muodostua jopa opettajien täydennyskoulutuksen kulmakiveksi. Ryhmän tuki ja kollegiaalisuus kun tutkitusti kehittävät opettajan ammatillista kasvua. (Helin 2014; Wilson 2008).

Reflektoinnin tärkeys opettajan ammatillisessa kehittämisessä on ilmeinen, sillä sitoutuminen opettajana kehittymiseen kasvaa reflektoinnin kautta. Reflektointi mahdollistaa tilanteiden ja tapahtumien myöhemmän läpikäynnin ja omissa käytännön valintojen ja perusteluiden tuomisen keskusteluun ja sitä kautta mahdollisuuden kehittää omia käytänteitä, tietoja ja taitoja omalla työpaikalla, ei vain koulutuksessa. (Wilson 2008; Ferreira, Ryan & Tilbury 2007.) Ja jotta reflektointi on mahdollista, on ympäristön oltava reflektointia salliva (Korthagen 1994). Tähän vaikuttavat niin kouluttajan asenne kuin myös opettajan itsensä kanssakäyminen kollegojen kanssa.

Tulevaisuuden koulussa kuin myös opettajankoulutuksessa tarvitaan uudenlaista näkökulmaa oppiaineisiin, yhteisöllisyyttä, sosiaalisten suhteiden luomista ja käyttöä, työparityöskentelyä, hyvää johtamista ja positiivisessa hengessä yhdessä oppimista. Tärkeää on, että yhteisöllinen ryhmä saa mukaansa koko opettajakunnan kehittämään sekä omaa henkilökohtaista työskentelyään että yhteisön yhteistä toimintaa. Näin kouluun on mahdollista rakentaa oppiva yhteisö suomalla opettajille jatkuvan kasvun ja oppimisen mahdollisuus sekä antamalla opettajille työkaluja oman työn menestykselliseen hoitamiseen ja siinä kehittymiseen. (Scherer 2012; Light & Butler 2005; Sandholtz 2002.)

**Yhteenvetona** voi todeta, että täydennyskoulutus yhdessä opettajan peruskoulutuksen ja työkokemuksen kanssa muodostaa opettajan elinikäisen oppimisen perustan (esim. Helin 2014; Jokinen ym. 2012). Täydennyskoulutusta tarvitaan, jotta opettajat voivat päivittää tietoja ja taitoja, saada heti käytännön opetukseen soveltuvaa osaamista tai oppia esimerkiksi aivan uusia opintokokonaisuuksia (vrt. Helin 2014; Winter 2009, 9). Tällä hetkellä opetusmenetelmällisissä täydennyskoulutuksissa panostetaan oppilas- ja ilmiökeskeiseen oppimiseen (esim. Whitenack & Swanson 2013; Darlin-Hammond, 2006; Zeichner, 2010). Täydennyskoulutuksessa tärkeiksi huomioitaviksi asioiksi nousee yhteisöllisyys ja sen sisällä yhteistyö, työyhteisö ja sitoutuminen (esim. Helin 2014; Wilson 2008; Lavonen ym. 2006; Prenzel & Ostermeier 2006; van Driel ym. 2001).

Ryhmän tuki ja kollegiaalisuus kehittävät opettajan ammatillista kasvua. Ammatillista kehittymistä tapahtuu, kun koulutuksen aikana opettajat yhteisöllisesti työskentelevät pienryhmissä ja refleктоivat omien ja kollegojensa uskomusten ja käytäntöjen pohjalta (ks. Falk & Drayton 2009; Lavonen ym. 2006; Sandholtz 2002; van Driel ym. 2001). Reflektointi opettajan ammatillisen kehittymisen kannalta on tärkeää, sillä sitoutuminen opettajana kehittymiseen tapahtuu reflektoinnin kautta. (Wilson 2008; Ferreira, Ryan & Tilbury 2007.) Jotta reflektointi on mahdollista, on ympäristön oltava reflektointia salliva.

Uusien pedagogisten innovaatioiden siirtymistä koulutuksen jälkeen opetustyöhön tukee se, että koulutuksella on selkeät tavoitteet, jotka tukevat oppilaiden motivoitumista ja oppimista sekä näitä tukevan uudenlaisen pedagogiikan kehittämistä. Rakenteellisesti koulutuksen on hyvä pitää sisällään lähitaapamisten lisäksi myös tuettua etätyöskentelyä. Opettajien ottaminen mukaan

koulutuksen suunnitteluun ja arviointiin lisäävät heidän osallisuuttaan (Lavonen ym. 2006; Prenzel & Ostermeier 2006; van Driel ym. 2001).

### 2.3.4 Science-opettajakoulutus

Alakoulujen opettajat kokevat tutkimusperustaisen science-opiskelun ohjaamisen haastavaksi. Erityisesti he kokevat omat aineenhallintansa ja aineenpedagogiset taitonsa riittämättömiksi ja haluavat päästä kehittämään niitä kouluttajien ohjauksessa. Siirtyminen tutkimukselliseen opetukseen vaatii uusien taitojen kehittämistä sekä suunnattoman muutoksen opettajien uskomuksissa. Opettajan aineenhallintataitoja tulee koulutuksella saada kohennettua, jotta opettajan itseluottamus kasvaa ja hän uskaltaa luottaa oppilaiden tutkimuksen tekemistaitoihin. (Lucero, Valcke & Schellens 2013; Tytler 2008; Luera & Otto 2005).

Koulutuksissa yhteistoiminnallisuuden on todettu edistävän opettajien ammatillista kasvua, minkä esimerkiksi Leen (2011) tutkimuksen mukaan on voitu todeta auttaneen opettajia ottamaan haltuun tutkimuksellisen opetuksen taitoja. Hänen mukaansa tutkitussa koulutuksessa opettajat etsivät vastauksia kolmeen kysymykseen: 1) Mitä opettajan tulee tietää käsiteltävästä aiheesta ja tieteellisestä tutkimusprosessista? 2) Mitä oppilaat tietävät käsiteltävästä aiheesta ja kuinka he tekevät päätelmiä ja järkeilevät tutkimusprosessin aikana? 3) Mitkä ohjausstrategiat ovat tehokkaita ohjattaessa oppilaita tutkimuksen läpiviennissä? Koulutuksen jälkeen aineenhallinta oli parantunut kouluttajien antaman ohjauksen ja harhakäsityksistä reflektoinnin myötä. Kuitenkin opettajien epävarmuus käsitteiden hallinnassa koulutuksen jälkeen sai heidät edelleen tulkitsemaan oppilaiden ymmärrystä oman arkiymmärryksensä kautta. Itseluottamuksen puute puolestaan esti heitä ottamasta käyttöön tutkimuksellisuutta laaja-alaisesti (esimerkiksi he edelleen esittivät itse demonstraatioita mieluummin kuin antoivat oppilaiden tehdä tutkimuksia). (Lee 2011.) Myös muissa tutkimuksissa on ilmennyt, että opettajat käyttävät yleisopetuksesta tulevaa pedagogiikkataitoa kompensoidessaan puutteellisia aineenpedagogisia taitojaan (esim. Smith 1999).

Jotta opettaja myöhemmin omassa opetuksessaan alkaa toteuttaa tutkimuksellisuutta, edellyttää se positiivisen mielikuvan syntymistä luonnontieteiden tutkimuksellisesta opetuksesta, oppijakeskeisiä työtapoja ja kannustavaa ilmapiiriä opettajakoulutuksessa. (Leonard, Boakes & Moore 2009). On hyvä muistaa, että alaluokat ovat kriittistä aikaa saada lasten innostus syttymään luonnontieteitä kohtaan, joten alaluokilla luonnontieteiden opiskelun on oltava jännittävää ja kiehtovaa ja sen on herätettävä uteliaisuutta ympäröivää maailmaa kohtaan (Tytler 2007; King, Shumow & Lietz 2001). Valitettavan usein opetuksesta kuitenkin puuttuu luovuus, hauskuus ja uteliaisuus (Schreiner & Sjöberg 2004).

Kouluttajan rooli science-opettajakoulutuksessa on moninainen. Hän toimii mentorina ja oikaisee harhakäsityksiä sekä auttaa opettajia yhteistyön sujumisessa. Hän oli kanssatutkija ja resurssihenkilö, joka auttaa materiaalin, kirjallisuuden ja tavaroiden hankinnassa paikalle. Toiminnan aikana kouluttaja tukee opettajia, kuuntelee ja havainnoi oppilaita, mallintaa tapoja, miten saada



selville oppilaiden ajatuksenkulkua sekä ohjaa oppijoita heidän tutkimuksen teossa. Arviointivaiheessa hän johdattaa opettajia jakamaan reflektointejaan ja oppimaan omista ja toisten kokemuksista sekä kanssa-arvioi heidän ammatillista kehittymistään. Kouluttaja on myös tutkija, joka tarkastelee koko prosessia mahdollisuutena jatkuvaan, työssäoloaikana tapahtuvaan, ammatillisen kehittymisen tehokkuuden parantamiseen. (Lee 2011; Crawford 2000.)

### 3 KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN TOTEUTUS KOLMENA AALTONA

Kehittämistutkimus on lähestymistapa, joka on teoreettisesti orientoituva, interventioita ja yhteisöllisyyttä hyödyntävä, herkästi reagoiva ja iteratiivinen (vrt. McKenney & Reeves 2012, 76). Oma tutkimukseni lähtee liikkeelle teoreettisen viitekehyksen hahmottamisesta (ks. luku 2), joka on pohjana sekä varsinaisen tutkimuksen tekemiselle että käytännön tilanteiden ja tutkittavien ilmiöiden muutoksille eli kehittämistyölle kolmena aaltona (ks. luvut 4–6), joista ensimmäistä voidaan pitää pilottitutkimuksena. Aineiston päähankintamenetelminä käytän sekä kyselyjä että päiväkirjoja, ja pääasiallisena aineiston analysointimenetelmänä ovat laadulliset sisällönanalyysit. Tässä luvussa esitän tutkimukseni menetelmäpolun (ks. luku 3.1) ja kehittämistutkimukseni toteuttamismallin (ks. luku 3.2).

#### 3.1 Menetelmäpolun rakentuminen

Päämääränä tutkimuksessani on kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa sekä sisällöllisiä että menetelmällisiä työkaluja kemian opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Menetelmäpolku tutkimuksessa on hahmottunut kehittämistutkimuksen kolmea ydinosa-aluetta käsittelevistä päätutkimuskysymyksistä Edelsonin (2006; 2002) mukaan:

- *Kehittämistuotos*: Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella?
- *Ongelma-analyysi*: Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle?

- *Kehittämisprosessi:* Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämiseksi?

Tehtävänäni tutkimuksessa on tuottaa seuraavanlaista tietoa: 1) kehittämistutkimusprosessin myötä toimintaa ja ajattelua ohjaavaa tietoa tutkimuksellisesta opiskelusta sekä uusia pedagogisia käytänteitä kemian opetukseen osallistavassa luokanopettajakoulutuksessa, 2) ongelma-analyysin kautta kuvailevaa ja kontekstisidonnaista teoriaa tutkimuksellisesta lähestymistavasta kemian opiskelussa, kun kontekstina on osallistava luokanopettajakoulutus sekä saavuttamaan 3) kehittämistuotoksena kehittämistutkimuksen päätavoite, joka on ajattelu ja toimintaa ohjaava, tutkimuksellista kemianopetusta tukeva malli niin luokanopettajan perus- kuin myös täydennyskoulutukselle.

Seuraavissa alaluvuissa 3.1.1–3.1.4 tarkastelen valitsemieni tutkimusmenetelmiä, niiden taustalla vaikuttavia tieteenfilosofisia sitoumuksia sekä tutkimuksessa käytettyjä aineiston hankinta- ja analyysimenetelmiä.

### 3.1.1 Tutkimusmenetelmät

#### Monimenetelmäisyys

Kehittämistutkimukselle on tyypillistä monimenetelmäinen (mixed methods) ote. Tässä työssä se näkyy siten, että aineistonkeruu ja sen analysointi ovat olleet luonteeltaan monimenetelmäisiä. Tutkimuksessa toteutuu sekä menetelmien välinen että menetelmän sisäinen triangulaatio, joiden myötä tutkimuksen luotettavuus paranee. Esimerkiksi menetelmien välinen triangulaatio toteutuu, kun analysoin erilaisia tutkimusaineistoja, kuten kyselyjä, havainnointeja ja päiväkirjoja kolmannessa aallossa (ks. luku 6). Menetelmän sisäinen ja samanaikainen triangulaatio toteutuu tutkimusasetelmässäni puolestaan esimerkiksi ensimmäisen aallon kyselyssä (ks. luku 4) ja sen analysoinnissa. Tällöin samaan kyselyyn sisältyy useampia mittausmenetelmiä, kun kyselyssä on mukana sekä avoimia että suljettuja kysymyksiä (liite 1). Kun triangulaatio toteutetaan samanaikaisesti tutkimusasetelmassa, jokin tutkimustavoista on yleensä ensisijainen (Dentzin & Lincoln 2005; Creswell, Clark, Gutmann & Hanson 2003). Esimerkiksi tutkimukseni ensimmäisessä aallossa ensisijaisena analysointitapana on laadullinen sisällönanalyysi, jota täydennän laskemalla määrällisesti sisällöllisiä luokkia (ks. luku 4).

#### Kehittämistutkimusta kolmena aaltona

Kehittämistutkimukseni on monivaiheinen. Se on toteutettu kolmena aaltona, joista kukin toimii osana makrosykliä (kuvio 7). Ensimmäiseen aaltoon sisältyy kaksi mesosykliä, toiseen kolme ja kolmanteen aaltoon kaksi mesosykliä.



KUVIO 7 Kehittämistutkimusaallot mesosykleineen

Kehittämistutkimus voi olla luonteeltaan suuntaa-antava, kuvaileva tai selittävä tutkimus, jossa tutkitaan tiettyä tutkimuskontekstia autenttisisessa tilanteessa (esim. Perna 2013, 20; DiSessa & Cobb 2004; Design-Based Research Collective 2003; Edelson 2002). Kehittämistutkimuksessani autenttiset kemian koulutukset niihin osallistuvine opettaja- ja opettajaopiskelijaryhmineen muodostavat tutkimuskontekstit. Tutkimuksen pilottivaiheessa eli ensimmäisessä aallossa toteutettava tutkimus (ks. luku 4) kokonaisuudessaan, toisen aallon luvuissa 5.1 ja 5.2 sekä kolmannen aallon luvussa 6.1 raportoidut mesosyklit toimivat lähinnä suuntaa-antavina tutkimuksina, joiden avulla on mahdollista muodostaa hypoteeseja ja viimeistellä varsinaisia tutkimuskysymyksiä sekä saada ajattelua ja toimintaa ohjaavaa teoriaa koulutuksen järjestämisestä ja kehittämisestä. Loput mesosyklit (ks. luvut 5.3 ja 6.2) ovat luonteeltaan lähinnä kuvailevia tutkimuksia ja tuottavat tietoa tapahtuman luonteesta.

Kehittämistutkimuksessani kaikki mesosyklit ovat aitoja, tarkkaan valittuja ja tietoisesti järjestettyjä koulutuksia. Tavoitteena on tuottaa toiminnan ja tutkimuksen kautta niistä yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa, joka pohjaa teoriaan, on sidoksissa kehittämisprosessiin, sen aikana tapahtuviin vuorovaikutuksiin ja saavutettuihin tuotoksiin (vrt. Juuti & Lavonen 2013, 48–49). Itse kehittämis- ja tutkimustyö etenee teorian ja tutkimuskontekstia koskevan aineistonkeruun ja analyysin vuoropuheluna. Tutkimus hakee muotoaan koko tutkimuksen ajan ja tutkimuskysymykset tarkentuvat tutkimuksen edetessä (vrt. esim. Wang & Hannafin 2005; Collins ym. 2004).

### 3.1.2 Tieteenfilosofiset sitoumukset

Pragmaattisuus kehittämistutkimukseni lähtökohtana on ilmeinen. Tämän ajatussuunnan ja filosofisen lähestymistavan sisällä tietoisuuden ja toiminnan välisessä suhteessa korostuu se, että uskomusten muodostaminen ja tiedon hankinta eivät koskaan ala tyhjästä, vaan toiminnasta. Etenkin Dewey (1955) korostaa

toiminnan käsitettä niin tiedossa kuin sen hankinnassakin. Tieto liittyy siten kiinteästi organismin ja ympäristön (fyysinen ja sosiaalinen) vuorovaikutukseen. Juutin ja Lavosen (2013, 48–49) sanoin Design-tutkimuksessa tieto on konstruktio, joka sijaitsee innovaation kehittämis- ja kokeiluprosessissa sekä siinä esiintyvissä vuorovaikutuksissa. Opetuksen tutkimuksessa opettaminen ja oppiminen sekä toiminta oppimisympäristössä ovat siten asioita, joita ei voi erottaa toisistaan. (Wang & Hannafin 2005; Biesta & Burbules 2003.)

Verrattaessa pragmatistista, positivistista ja konstruktivistista lähestymistapaa voi havaita, että kehittämistutkimukselle tyypillinen pragmatistinen lähestymistapa itse asiassa yhdistää positivistisen ja konstruktivistisen tiedon luonteen. Positivistinen käsitys tiedon objektiivisuudesta ja arvovapaudesta sekä konstruktivistinen käsitys tiedon subjektiivisuudesta ja arvosidonnaisuudesta yhdistyvät pragmatistisessa lähestymistavassa, jossa positivistinen ja konstruktivistinen käsitys koetaan ikään kuin jatkumona. Näin ollen pragmaattisuuteen nojaava kehittämistutkimus luontevasti voi sisältää sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia menetelmiä. Tutkimusmenetelmän voi valita tutkimusvaiheen ja päämäärän mukaan, ja monimenetelmäisyys antaa siihen mahdollisuuden (Collins ym. 2004; Lincoln & Guba 2005; Pernaa 2011; Tashakkori & Teddlie 1998.)

Kehittämistutkimukselle on ominaista, että tutkimus tapahtuu tiiviissä yhteistyössä toimijoiden kanssa, tutkimus on osa kehittämisprosessia ja tutkimuksen päämäärä kehkeytyy tutkimussykliin kuluessa (esim. Bereiter 2002). Juuti ja Lavonen (2013, 48–49) puolestaan nostavat esille kokemuksen ja reflektion tärkeyden. He korostavat, että opetustilanteessa kokemus sinänsä ei ole vielä tietoa, vaan opetustilanteen kokemuksia tulee reflektoida, sillä vain siten kokemuksesta tulee tietoa. Kehittämistutkimukselle tyypillisen kokemusten ja niistä reflektoinnin sekä tulkinnan myötä omassa tutkimuksessani näyttäytyy laadullinen orientaatio, jolle Denzinin ja Lincolnin (2005, 3, 10) mukaan on ominaista pyrkimys tulkita ja ymmärtää niitä merkityksiä, joita ihmiset antavat kokemuksilleen asioille ja tapahtumille. Tutkimuksessani olen kiinnostunut selvittämään muun muassa, miten sosiaalinen kokemus ja yhteisöllisyys koulutustilanteissa rakentuu ja millaisia merkityksiä opettajat sille antavat. Tutkimuksessani kuvaan ja tulkiten *tutkitavan ilmiön eli opettajien ja opettajaopiskelijoiden kokemuksilleen kemian tutkimuksellisesta opiskelusta antamien merkitysten luonnetta*. Merkitysten tulkintojen kautta pyrin ilmiön ymmärtämiseen, selittämiseen ja tulkintaan sekä saamani tiedon soveltamiseen koulutusmallien rakentamisessa. Tutkimuksessa tapahtuu karakterisointia, luonnehdintaa, kuvailua ja tulkintaa ilmiöstä, jolle on ominaista reflektiivisyys ja dialektisuus. Tutkimusasenteeni tässä kohdin on siten laadulliselle tutkimukselle tyypillinen merkitysten paradigma ja tutkimukseni liittyy *ilmiöitä kuvaamaan, tulkitsemaan ja ymmärtämään* pyrkivään laadulliseen tutkimusperinteeseen, jonka kohteena on mm. Varton (1992, 23–26) mukaan ihminen ja ihmisen elämismaaailma.

Todellisuuden tutkiminen on ilmiöiden merkitysten etsimistä ja oivaltamista. Todellisuus on sosiaalisesti rakentunut, ja tutkija on läheisessä suhteessa tutkimuskohteeseensa (Denzin & Lincoln 2005, 10), joten *todellisuus on olemassa*

*merkitysoälitteisesti* (Alasuutari 2001, 60). Tutkimuksessani kyselyjen vastauksissa ja päiväkirjoissa opettajat ovat kuvaileet merkityksiä, joita he ovat antaneet toisaalta omille kokemuksilleen koulussa (itse oppilaana tai opettajana) ja toisaalta tutkimuksen aikana järjestetyissä koulutuksissa. Tutkijana ymmärrän heidän toimintansa niin koulussa kuin koulutuksessakin vallitsevaan tilanteeseen sopeutumisenä, mutta myös siihen vaikuttamisena. Tuloksin kohteina olevien opettajien ja opettajaopiskelijoiden tuottamien kyselyvastausten ja päiväkirjojen tekstien merkitys ei ole ymmärrettävissä vain yksittäisen opettajan tai opettajaopiskelijan motiivien ja tarkoitusten kautta, vaan tärkeämpää on niiden takana oleva yleisempi sosiaalisen interaktion merkitysrakenne. Tutkijana olen sitoutunut tutkimukseni ontologiseen lähtöoletukseen todellisuuden monista ulottuvuuksista (ks. esim. Creswell 2007, 16–17).

### 3.1.3 Tutkimusaineiston keruumenetelmät

Tutkimusaineistoani olen kerännyt vuosien 2001–2012 välisenä aikana Kemian tutkiva ja kokeellinen opettaminen -koulutusten yhteyksissä taulukkoon 10 koottujen tietojen mukaisesti. Kehittämistuotosten eli täydennyskoulutusmallin ja FyKe-kurssimallin kehittyvät tapahtuivat sykleissä. Täydennyskoulutusmallin kehittyminen tapahtui viidessä syklissä (ensimmäisessä aallossa kaksi ja toisessa aallossa kolme sykliä) ja FyKe-kurssimallin kehittyminen tapahtui kolmannessa aallossa kahtena syklinä. Täydennyskoulutusmallin kehittelyyn osallistui yhteensä 90 opettajaa ja FyKe-kurssimallin kehittelyyn puolestaan 78 opettajaopiskelijaa eli yhteensä 168 henkilöä. Käytännössä heidän osallistumisensa tarkoitti järjestettyihin koulutuksiin osallistumista sekä kyselyihin vastaamista ja päiväkirjojen kirjoittamista. Tutkijana täydentävää tutkimusaineistoa johtopäätösten tekoon sain kurssien suunnittelijoiden ja vetäjien kanssa yhdessä tekemistä pohdinnoista ja ratkaisusta kurssin toteutukseen liittyen, kurssien aikana tapahtuneista osallistuvista havainnoinneista sekä koulutuspäivien lopuksi käydyistä ryhmäkeskusteluista osallistujien kanssa sekä kouluttajien kesken pidetyistä palautepalaverista.

TAULUKKO 10 Tutkimusaineiston keruumenetelmät ja ajoitus

Koulutusryhmä	Aineiston keruumenetelmät				Koulutuksen aikana kirjoitetut prosessipäiväkirjat
	Havainnointi koulutuksen aikana	Alkukyselyt ennen koulutusta	Loppukyselyt koulutuksen päätteeksi		
Ajankohta		laadullinen	laadullinen	määrällinen	
<b>Ensimmäinen aalto</b>					
v. 2001	19		19	19	
v. 2003	16		16	16	

<b>Toinen aalto</b>					
v. 2005	24	24	24		
v. 2006	16				
v. 2008	15	15	15		
<b>Kolmas aalto</b>					
v. 2007	39	39	39		39
v. 2012	39	39	39		39

*Ensimmäisen aallon* kahtena syklinä järjestettyjen täydennyskoulutusten osallistujilta keräsin koulutuksen päätyttyä aineistoa käyttäen survey-aineistonkeruumenetelmää. Käytetyt kyselylomakkeet sisälsivät sekä määrällisiä että laadullisia osioita. 1. syklissä arviointiin osallistuivat kaikki koulutuksessa mukana olleet 19 peruskoulun opettajaa ja 2. syklissä kaikki mukana olleet 16 luokanopettajaa. Kyselylomakkeet olivat opetushallituksen laatimia täydennyskoulutusten standardiarviointilomakkeita (liite 1 ja liite 2). Taustatietomittarin suljetut osiot (1) olivat luokitteluasteikkollisia. Muiden suljettujen mitta-reiden (2–5) osioiden arviointi tapahtui 1. syklissä mitta-asteikolla: ei ollenkaan=1, jonkin verran=2, en osaa sanoa=3, hyvin=4 ja erittäin hyvin=5. Toisessa syklissä asteikko oli muuten sama, mutta 3=keskinkertaisesti.

*Toisessa aallossa* keräsin järjestettyjen täydennyskoulutusten osallistujilta (1. syklissä 24 luokanopettajaa ja kolmannessa syklissä 15 luokanopettajaa) aineistoa käyttäen puolistrukturoitua survey-aineistonkeruumenetelmää. Ennen koulutusta tarveanalyysiä varten osallistujat vastasivat alkukyselyyn, ja koulutuksen päätyttyä he vastasivat koulutuksen arviointia varten loppukyselyyn. Alkukyselylomakkeiden (liite 3 ja 4) avokysymykset laadittiin teemoittain kehittämistutkimuksen tutkimuskysymysten ja edellisessä syklissä käytettyjen kyselylomakkeiden pohjalta (liite 1 ja 2). Kehittämispöytäkirjojen ja tuotosten arviointia varten laaditun loppukyselylomakkeen (liite 5 ja 6) avokysymykset laadimme teemoittain kehittämistutkimuksen toisen aallon kehittämistehtävän pohjalta. Kyselyjä ei tehty lainkaan 2. syklin yhteydessä, vaan tutkimusaineisto tästä koulutuksesta muodostui pelkästään ohjaajien tekemiin havaintoihin ja koulutuksen päätteeksi käytyyn ryhmäkeskusteluun.

FyKe-kurssimallin kehittäminen tapahtui *kolmannessa aallossa* kahtena raportoituna syklinä. Kurssueille osallistuneilta opettajaopiskelijoilta (sekä 1. että 2. syklissä 39 opiskelijaa) keräsin aineistoa käyttäen puolistrukturoitua survey-aineistonkeruumenetelmää. Opiskelijat vastasivat tarveanalyysin tekoa varten laadittuun alkukyselyyn ennen kurssin alkua ja kurssin päätyttyä he arvioivat koulutusta vastaamalla loppukyselyyn. Alkukyselylomakkeiden (liite 7 ja 8) avokysymykset laadimme teemoittain ja niiden laadinnassa käytimme pohjana suunnitteluryhmän aiemmin täydennyskoulutuksen järjestämisestä varten tekemiä alkukyselylomakkeita (ks. yllä liite 3 ja 4), mutta muokkasimme ne opiskelijaryhmälle sopiviksi käyttäen hyödyksi kolmannen aallon alussa tehtyä teoreettista tarveanalyysiä. Loppukyselylomakkeiden (liite 9 ja 10) avokysymykset laadimme teemoittain kolmannen aallon kehittämistehtävän pohjalta. Kyselyi-

hin vastaamisen lisäksi kehittämisprosessien ja tuotosten arviointia varten opiskelijat kirjoittivat koko koulutuksen ajan refleктоivaa prosessipäiväkirjaa, joka muodostaa yhden osan tutkimusaineistostani.

### 3.1.4 Tutkimusaineiston analysointi

Kehittämistutkimuksessa kerätyn aineiston (kyselylomakkeet, havainnoinnit ja refleктоivat prosessipäiväkirjat) yhtenä tärkeänä tehtävänä on joustavasti palvella kehitystyötä tekeviä jo varsinaisen kehittämisprosessin aikana. Tästä johdun kehittämistyön aikana on ollut monia erilaisia analyysivaiheita. Prosessin aikana aineiston pohjalta tehdyn karkeamman analysoinnin avulla on tehty ratkaisuja suhteessa käsillä olevan koulutuksen kehittämistyöhön. Koulutuksen suunnittelutiimi käytti esimerkiksi saatuja lähtötilannetta kartoittavia kyselytuloksia teoreettisen viitekehyksen tietojen kanssa kehittämissuunnitelmien tämentämisessä tarpeita vastaaviksi. Näin kyselystä saatu informaatio pystyttiin huomioimaan jo koulutuksen toteutusvaiheessa.

Systemaattinen aineiston analysointi tapahtui vasta sen jälkeen, kun kiireisin kehittämisvaihe oli ohi. Metodinen triangulaatio tutkimuksessa toteutuu, kun erilaisten aineistojen analysoinneissa käytin laadullisia, mutta myös määrällisiä menetelmiä. Seuraavaksi avaan kehittämistutkimukseni menetelmällisenä lähtökohtana olevaa fenomenologis-hermeneuttista perinnettä. Sen jälkeen käyn esimerkkien avulla läpi sekä laadullisen sisällönanalyysin että määrällisyyden toteutumisen tutkimukseni analysoinnissa.

#### Tulkinnallinen lähestymistapa

Aineiston analysoinnissa tärkeänä lähtökohtana on lähinnä *fenomenologis-hermeneuttinen* perinne. Se on osa laajempaa hermeneuttista perinnettä, jonka erityispiirteenä Varton (1992) sanoin on, että ihminen on tutkimuksen kohteena ja tutkijana. Niin fenomenologisessa kuin hermeneuttisessakin ihmiskäsityksessä tutkimuksen tekemisen kannalta keskeisiä käsitteitä ovat *kokemus, merkitys ja yhteisöllisyys*. Tutkimuksen mielenkiinnon kohteena oleva todellisuus perustuu ihmisten kokemuksiin, tulkintoihin ja merkityssuhteisiin. Ihminen on tietoinen, intentionaalinen, tunteva ja kokeva olio, joka on erillään muusta luonnosta. *Tieto* perustuu ihmisen kokemuksiin ja merkityksiin, jotka pyritään tematisoimaan kokijan ja merkityksen luojan ehdoin. *Tutkimuskohteena* ovat ihmisen luomat merkitykset. Tieteen tehtävä on ihmisen kokeman todellisuuden ja merkitysten *tulkinta ja ymmärtäminen*. Tulokset ovat tutkija- ja aineistokohtaisia, tutkija on osa tutkimusprosessia. Fenomenologis-hermeneuttisen tutkimuksen tavoitteena on käsitteellistää ja tehdä tiedetyksi *tutkittava ilmiö eli kokemuksen merkitys*. Kyse on tulkinnallisesta tutkimuksesta. (Laine 2007.)

*Tulkinta* on laadullisen tutkimuksen päämenetelmä. Omassa tutkimuksessani tulkittavaa perusaineistoa ovat puolistrukturoitujen kyselylomakkeiden vastaukset ja päiväkirjat. Itse menetelmä toteutuu Varton (1992, 69–70) mukaan kehän kaltaisena: tulkinnan perusteiksi otetut periaatteet asetetaan vasten tulkittavaa aineistoa ja katsotaan, minkälaisia tulkintoja näin syntyy. Näitä tulkintoja verrataan tutkijan lähtöoletuksiin, erityisesti sen suhteen, tavoitetaanko



tulkinnoilla etsittäviä laatuja. Tästä vertaamisesta seuraa tulkinnan perustaksi tarkoitettujen periaatteiden uudelleen jäsentäminen ja tutkijan oletusten (kysymysten, rajaamisten, tematisoinnin) täsmentäminen.

Hermeneuttinen kasvatustilfilosofia korostaa ihmisen tulkinnan merkitystä tiedonkäsittelyssä, kasvatuksessa ja oppimisessa. Ihmisen koko kokemusmaailma ohjaa hänen eri asioissa tekemiä tulkintojaan, jotka ovat osa inhimillisen toiminnan ydintä. Ihminen ei ole irrallinen maailmasta, vaan sidoksissa siihen. Tieto ihmisestä muodostuu hänen ja hänen sosiaalisen todellisuutensa välillä. (Tontti & Mäkelä 2001, 220; Heidegger 2000, 26, 58–61, 84.) Ihmisen suhde omaan elämäntodellisuuteensa on keskeistä, eikä häntä voi ymmärtää irrallaan tuosta yhteydestä (Laine 2007, 28). Olen toiminut opettajana ja opettajankouluttajana. Olen myös henkilökohtaisesti itse opiskellut luokanopettajaksi aikuis-koulutuksen kautta ja osallistunut täydennyskoulutuksiin. Tutkijana olen siis osa sitä merkitysyhteyttä, jota tutkin. Tutkimusprosessin aikana ja sen eri vaiheissa olen tietoisesti pysähtynyt pohtimaan omien lähtökohtieni ja kokemusteni vaikutusta tulkintoihini (vrt. Creswell 2007, 21). Oma tutkimusasenteeni on lähellä Heideggerin fenomenologista hermeneutiikkaa: pyrkimykseni on tulkita, ymmärtää ja tehdä päätelmiä opettajien ja opettajaopiskelijoiden käsityksistä kokeellisesta ja tutkimuksellisesta kemian opiskelusta, ei pelkästään kuvata niitä. Seuraavassa pohdin siitä, miten hermeneuttinen tulkintatapa soveltuu omaan tutkimusaiheeseeni.

Tutkimukseni peruslähtökohta, kokemusten tulkinta ja paremmin ymmärtämisen asenne, liittyy tutkimukseni hermeneuttiseen, tulkinnalliseen traditioon. Filosofisen hermeneutiikan yksi merkittävin edustaja Gadamer (2004, 40–42) on todennut muun muassa, että hermeneutiikka tarkoittaa käytännön taitoa, jossa on kyse ymmärtämisen, julistamisen, tulkkauksen ja tulkinnan taidoista. Hermeneuttisen tutkimuksen kohde on ihmisten välinen kommunikaatio, ihmisten ilmaisut, jotka kantavat jaettuja merkityksiä. Ymmärtäminen hermeneutiikassa on ennen kaikkea ilmiöiden merkitysten oivaltamista, jolloin se edellyttää tulkintaa. Ymmärtämisen välineenä toimii kieli, joka laajenee käsittämään koko sosiaalista todellisuutta. (Gadamer 2004; Kusch 1986, 9–12; Laine 2007, 31–32.) Tässä tutkimuksessa tulkitsen nimenomaan kielellisiä ilmaisuja, joista pyrin löytämään säännönmukaisuuksia ja merkityksiä. Tulkinta on päättymätön prosessi, joka ei koskaan tavoita tekijän tekstille tarkoittamaa aitoa merkitystä. Pyrin tutkijana ymmärtämään ja tulkitsemaan reflektioivien päiväkirjojen kirjoittajia sekä kyselyihin vastanneita heidän kielensä ja tekstiensä perusteella.

Hermeneuttinen kehä kuvaa tapaa ymmärtää. Kehässä ymmärtäminen lähtee Varton (1992, 69) mukaan aina tietyistä lähtökohdista ja palaa takaisin niiden oivaltamiseen ja ymmärtämiseen. Ymmärtämisen kehään kuuluu esiymmärrys ja horisontti, ennakkoluulo ja traditio. Tulkinta ja ymmärtäminen tapahtuvat aina jossakin kulttuurisessa kontekstissa. Ymmärtäminen ei siten lähde liikkeelle tyhjästä vaan tutkijan esiymmärryksestä. Ymmärtäminen ei koskaan tavoita täydellisesti tekijän tekstille aikomaa merkitystä sellaisenaan. Kriteerinä oikealle tulkinnalle ja ymmärtämiselle on yksittäisten seikkojen yhteensopivuus kokonaisuuden kanssa. (Gadamer 2004; 1986, 39; Oesch 1994, 27–

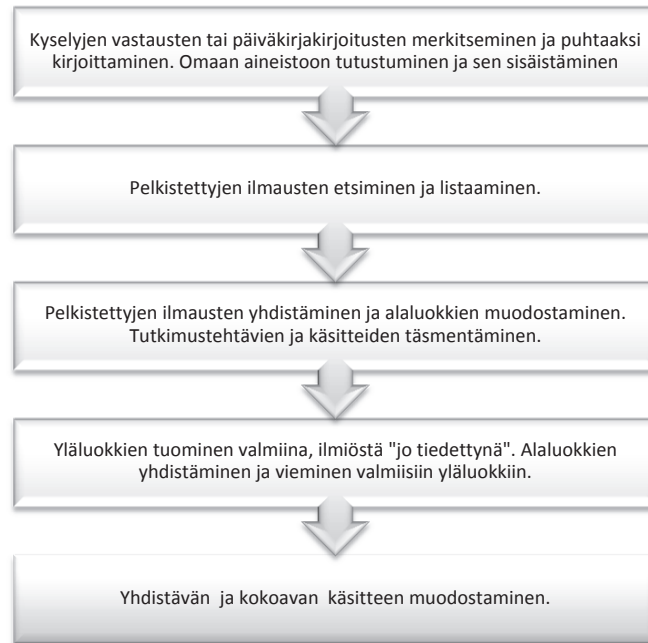
30.) Laine (2007, 33) muun muassa puhuu myös hermeneuttisesta kehästä, joka voidaan käsittää tutkimuksellisenä ja dialogisena kehänä tutkijan ja tutkittavan aineiston välillä. Kehä käsitetään usein myös spiraalina. Siinä uuden tiedon vastaanottaminen, aiempaan tietopohjaan peilaaminen, tietorakenteiden uudelleen muokkaus ja kriittisyys rakentavat spiraalimaisen dialogin ihmisen tietorakenteissa. Ihmisen aiempi esiymmärrys rakentuu tai tarkentuu uuden tiedon kriittisen pohdinnan jälkeen ymmärrykseksi, jota ihminen tulkitsee uudelleen omasta kokemusmaailmastaan käsin. (Ks. myös Moss 1998, 206–207; Kusch 1986, 39.) Oma esiymmärrykseni tutkittavista asioista pohjautuu työelämässä saamiini kokemuksiin ja käsityksiin sekä teoriaan ja aikaisempiin tutkimustietoihin. Tässä tutkimuksessa päiväkirjojen ja kyselyjen kautta kerätty aineisto on ollut keskustelukumppani, jonka kanssa olen käynyt vuoropuhelua ja jonka luonnetta olen pyrkinyt ymmärtämään.

### **Sisällönanalyysi aineiston analysoinnissa**

Tutkimuksessani pääasialliset tutkimusaineistot muodostuivat ennen koulutuksia ja koulutusten jälkeen tehtyjen kyselyjen vastauksista sekä luokanopettajaopiskelijoiden koulutusten aikana kirjoittamista päiväkirjoista. Näiden aineistojen analysoinneissa käytin pääosin laadullista sisällönanalyysiä.

Sisällönanalyysi on mahdollista tehdä teorialähtöisesti, teoriaohjaavasti tai aineistolähtöisesti. Näistä kolmesta parhaiten kehittämistutkimukseeni sopi teoriaohjaava sisällönanalyysi. Kehittämistutkimushan jo sinänsä lähtee liikkeelle olemassa olevasta teoriasta ja tiedosta. Se edellyttää, että tutkija on perehtynyt aihealueeseen, mutta myös tutkimuskontekstiin erittäin hyvin. Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä on teoreettisia kytkentöjä, mutta se ei pohjaudu sellaisenaan teoreettiseen tietoon. Tutkimuksessani analyysiyksiköiden valintaan vaikuttivat sekä tutkimustehtävät että hankittu aineisto. Päätely teoriaohjaavassa lähestymistavassa tapahtuu *abduktiivisesti*, mikä perustuu ”punaisen langan” eli johtoajatuksen olemassaoloon. Perehtyneisyys tutkimusaiheeseeni liittyvään kirjallisuuteen ja omat ennakkokäsitykseni ohjasivat tietyissä määrin aineistoni analysointia ja aineistosta tehdyille löydöille pyrin löytämään teoriaselitystä ja vahvistusta tulkintojeni tueksi. Näin ollen ajatteluprosessissani vaihtelevat siten aineistolähtöisyys ja valmiit mallit. (esim. Tuomi & Sarajarvi 2011, 108–120; Bergman 2010, 379–396; Eskola 2007; Grönfors 1982, 33–37.)

Alla olevasta kuvioista 8 selviää, kuinka tekemäni teoriaohjaava sisällönanalyysi eteni siten, että ensin pelkistin aineistoni, sitten ryhmittelin sen ja lopuksi etenin teoreettisiin käsitteisiin.



KUVIO 8 Teoriaohjaavan sisällönanalyysin eteneminen (Tuomea ja Sarajärveä 2011, 109, 117–118 mukaillen)

Pelkistämistä eli aineiston informaation tiivistämistä ohjasivat tutkimustehtävät. Kyselyjen kohdalla ennen vastausten varsinaista analysointia kokosin kustakin kyselystä saadun aineiston kirjoittamalla kaikki siitä saadut vastaukset kunkin kysymyksen alle allekkain. Merkitsin kunkin vastauksen vastaajalle kuuluvalla merkillä, jotta vastaukset olisivat tarpeen tullen helposti löydettävissä ja niihin voisi palata. Sitten tutustuin järjestettyyn aineistoon lukemalla sitä useaan kertaan läpi ja maalasin eri väreillä ilmauksia ja kuvauksia, joita etsin siitä käyttäen tutkimuskysymyksiä apuna. Päiväkirjakirjoitukset puolestaan järjestin järjestykseen koulutusryhmien mukaan ja merkitsin kunkin päiväkirjakirjoituksen kirjoittajalle kuuluvalla merkillä, jotta pystyin myöhemmin tarvittaessa palaamaan kirjoitukseen. Sitten tutustuin kirjalliseen aineistoon tarkemmin, karsin kirjoituksista pois tutkimukselle epäolennaisen osan ja maalasin eri värein ilmauksia ja kuvauksia, joita etsin kysymällä tutkimuskysymyksiä. Tämän jälkeen kirjasin aineistosta saadun olennaisen tiedon pelkistettyjen ilmausten alle.

Esimerkkinä teoriaohjaavan sisällönanalyysin tekemisestä omassa tutkimuksessani tarkastelen seuraavassa ensimmäisen aallon ensimmäisen syklin (ks. luku 4.1) kyselyistä saadun laadullisen aineiston analyysiä. Taulukosta 11 selviää aineiston redusointi alkuperäisilmauksista pelkistettyihin ilmauksiin.

TAULUKKO 11 Esimerkki aineiston pelkistämisestä

Alkuperäisilmaus	Pelkistetty ilmaus
01y3: "Heräsi ajatus yläasteen ja ala-asteen yhteistyöstä, mikä on mielestäni tärkeä asia"	Eri asteiden opettajat yhdessä
01y7: "Koska ryhmä oli varsin heterogeeninen (esiopetus →lukio) osa töistä ei ollut itselle sopivia. Toisaalta ryhmän "erilaaisuus" oli rikkaus."	Ryhmän heterogeenisuus
01y18: "Mielenkiintoista kuulla, mitä hienoja kemian juttuja on tehty pitkin pitäjiä."	Vinkkien ja ideoiden vaihto
01a2: "Parasta porukalla tehdyt kokeet."	Yhdessä tekeminen
01y9: "Ryhmäpohdinnat ja keskustelut hyviä."	Pohdinnat

Kun aineisto oli redusoitu pelkistetyiksi ilmaisuiksi, oli vuorossa niiden klusterointi. Tällöin ryhmittelin samaa asiaa kuvaavat ominaisuudet, piirteet ja / tai käsitykset alaluokiksi, jotka nimesin luokan sisältöjä kuvaavilla käsitteillä (ks. taulukko 12). Näin yksittäiset tekijät oli mahdollista sisällyttää yleisempiin ja samalla aineisto tiivistyi. Ryhmittely mahdollisti tutkimuksen perusrakenteiden pohjan luomisen sekä alustavien kuvauksien hahmottamisen tutkittavasta ilmiöstä (ks. Tuomi & Sarajärvi 2011, 108–120; Bergman 2010, 379–396).

TAULUKKO 12 Esimerkki aineiston ryhmittelystä alaluokkiin

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka
Eri asteiden opettajat yhdessä Ryhmän heterogeenisuus Vinkkien ja ideoiden vaihto Yhdessä tekeminen Pohdinnat	Yhdessä toimiminen
Kouluttajan asiantuntemus Kouluttajan innostus Koulutettavien kuuleminen	Kannustava ohjaus
Rohkaiseva kokemus Vapautunut tunnelma Mukava kokemus	Avoin ilmapiiri
Tutkimuksellisuus Tekemällä oppiminen Etätehtävän tekeminen	Aktivoivat työtavat

Teoriaohjaavan sisällönanalyysin kolmannessa vaiheessa aineistosta nostetut alaluokat Tuomen ja Sarajärven (2011, 108–120) mukaan yhdistetään teoriapohjaisiin "ilmiöstä jo tiedettyihin" yläluokkiin. Esimerkkianalyysissäni (ks. taulukko 12 yllä) empiirisestä aineistosta nousivat alaluokat Yhdessä toimiminen,

Kannustava ohjaus, Avoin ilmapiiri ja Aktivoivat työtavat. Taulukossa 13 näitä yhdistäväksi yläluokan käsitteeksi olen tuonut valmiina teemana Opetusmenetelmät koulutuksen suunnittelusta (ks. luku 4.1), jossa on lähdetty hakemaan tietoa koulutuksen tavoitteista, sisällöistä ja opetusmenetelmistä.

TAULUKKO 13 Esimerkki aineiston viemisestä yläluokkiin

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
Eri asteiden opettajat yhdessä Ryhmän heterogeenisuus Vinkkien ja ideoiden vaihto Yhdessä tekeminen Pohdinnat	Yhdessä toimiminen	Opetusmenetelmät ja toimintatavat
Kouluttajan asiantuntemus Kouluttajan innostus Koulutettavien kuuleminen	Kannustava ohjaus	
Rohkaiseva kokemus Vapautunut tunnelma Mukava kokemus	Avoin ilmapiiri	
Tutkimuksellisuus Tekemällä oppimista Etätehtävän tekeminen	Aktivoivat työtavat	

Alla olevasta taulukosta 14 selviää, kuinka esimerkkitapauksessa olen aineistosta nostetut alaluokat yhdistänyt koulutuksen suunnitteluvaiheen tutkimuskysymyksistä luotuihin yläluokkiin, jotka ovat jo edellä mainitut opetusmenetelmät, sisällöt ja tavoitteet.

TAULUKKO 14 Esimerkki yläluokkien tuomisesta analyysiin

Alaluokka	Yläluokka
Yhdessä toimiminen Kannustava ohjaus Avoin ilmapiiri Aktivoivat työtavat	Opetusmenetelmät ja toimintatavat
Aihekokonaisuudet Käyttökelpoiset työt Kemiatiedon lisääminen Materiaalit	Sisällöt
Motivoituneisuus Tutkiva opettaminen käyttöön Ideoiden jako eteenpäin Pedagoginen pohdinta Koulutuksen yleiset järjestelyt	Tavoitteet

### Määrällisyys aineiston analysoinnissa

Esimerkkinä määrällisen analysoinnin käytöstä tutkimuksessani tarkastelen seuraavassa ensimmäisen aallon ensimmäisen syklin (ks. luku 4.1) kyselyistä saadun määrällisen aineiston analyysimenetelmää. Kyselylomake (liite 1) sisälsi sekä suljettuja että avoimia osioita. Taustatietomittarin suljetut osiot olivat luokitteluasteikollisia. Muiden suljettujen mittareiden (2–5) osioiden arviointi tapahtui mitta-asteikolla: ei ollenkaan=1, jonkin verran=2, en osaa sanoa=3, hyvin=4 ja erittäin hyvin=5. Osioden 2–5 vastauksista laskin frekvenssit (f), keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh) sekä hyvin ja erittäin hyvin (4 ja 5 mitta-asteikolla) -vastausten prosentuaalisen osuuden koko määrästä. Alla olevaan esimerkkitaulukkoon 15 olen koonnut arvioinnin tulokset tavoitteiden osalta. Kokonaisuudessaan taulukko on esitetty luvussa 4.1.3 (taulukko 16).

TAULUKKO 15 Esimerkki määrällisestä arvioinnista

Arvioitava osa-alue	f=1	f=2	f=3	f=4	f=5	f=4 tai 5 (%)	kh	ka
<b>Koulutuksen tavoitteet</b>								
Tärkeitä oman työn kannalta	0	3	1	12	3	15 (79)	0,9	3,8
Ennakoivat tulevaa työssä	0	1	1	11	6	17 (89)	0,8	4,2
Koulutus vahvisti opetustaitoja	0	2	3	13	1	14 (74)	0,8	3,7
Huom: f= frekvenssi; kh= keskihajonta; ka= keskiarvo								

**Yhteenvetona** voi todeta, että aineiston analysointi on luonteeltaan sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista. Tärkeään rooliin nousee laadullinen sisällönanalyysi (Tuomi & Sarajärvi 2011, 108–120; Bergman 2010, 379–396), jonka keinoin pyrin kokoamaan kerätyistä tutkimusaineistoista mielekästä ja yhtenäistä tietoa ja luomaan tutkittavasta ilmiöstä tulkitsemalla, pohtimalla ja loogisia päätelmiä tekemällä selkeän ja tiiviin sanallisen kuvauksen. Sen avulla voi kytkeä tulokset ilmiön laajempaan kontekstiin ja aihetta koskeviin muihin tutkimustuloksiin. Huomioitavaa kuitenkin on, että aineiston analysointia tapahtuu kehittämistutkimuksen jokaisessa vaiheessa, ei vain tutkimuksen varsinaisen analysointivaiheen aikana, koska kehittämistutkimukselle tyypilliseen pragmaattiseen tapaan käytäntöjä, tässä tapauksessa koulutusmalleja, kehitetään koko prosessin ajan teorian kehittämisen ohella (vrt. Pernaa 2011; Edelson 2002).

#### 3.1.5 Teoriamuodostuksen erityispiirteitä kehittämistutkimuksessa

McKenney ja Reevesin (2014; 2012) mukaan kehittämistutkimukselle on tyypillistä, että se sekä käyttää hyväkseen saatavilla olevaa tietoa ongelmien ratkaisuun että kehittää uutta tietoa kehittämisprosessin avulla. Kehittämistutkimuksen jokaisessa vaiheessa yhteys käytäntöön on jossakin muodossa olemassa ja tuotteena saavutetaan teoreettista ymmärrystä sekä aikaa myöten kehittyvä tuotos. McKenney ja Reeves (2012, 77) korostavat integroidun tutkimus- ja kehi-

tysprosessin eli sekä teoreettisen ymmärryksen että käytännön kehitystyön merkitystä. Kehittämistutkimuksella tuotettu tieto Edelsonin (2006; 2002) mukaan antaa vastauksia seuraavanlaisiin peruskysymyksiin: 1) Miten kehittämisessä edetään? 2) Millaisia ovat kehittämisen päämäärät, tarpeet, haasteet ja mahdollisuudet? ja 3) Millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa?

Hermeneutiikan kehämäisyys aineiston analysointivaiheessa antaa teorianmuodostukselle omia erityispiirteitä, vaikka periaatteessa sama idea on sisäänrakennettuna myös kehittämistutkimuksen syklisyydessä ja iteratiivisuudessa. Koska ymmärtäminen ja siten tutkimuskohteen tavoittaminen käsitteellisesti tapahtuu kehämäisesti, teoria syntyy siitä, että tutkimuksen lähtökohtaukset ylitetään. Teoria ei siten ole sidoksissa niihin oletuksiin, joita tutkija on tehnyt tutkimuksensa alussa, vaan teoria syntyy tutkimuksesta, siis tutkimisen tapahtumisesta ja jatkuvasta edellisen tason ylittämisestä. Laadullisessa tutkimuksessa teorian muodostumisen mahdollisuus seuraa suoraan hermeneuttisen menetelmän onnistumisesta kulloisessakin tutkimuksessa. Teorian rakentamiselle tällä on myös merkitystä tässä tutkimuksessa, koska tällöin voidaan olettaa, että tutkittavalla aineistolla on merkitystä teorian rakenteeseen.

Tuloksena tutkimuksessani saadaan kolmenlaista teoriaa: (i) toimintaa ja ajattelua ohjaavaa teoriaa tutkimuksellisesta opiskelusta sekä uusia pedagogisia käytänteitä kemian opetukseen osallistavassa luokanopettajakoulutuksessa, ii) kuvailevaa ja kontekstisidonnaista teoriaa tutkimuksellisesta lähestymistavasta kemian opiskelussa, kun kontekstina on osallistava luokanopettajakoulutus sekä kehittämistuotoksena saavutetaan koko kehittämistutkimusprojektin pragmaattisena tavoitteena (iii) ajattelua ja toimintaa ohjaava, tutkimuksellista kemianopetusta tukeva malli niin luokanopettajan perus- kuin myös täydennyskoulutuksen käyttöön.

### 3.2 Kolmiaaltainen kehittämistutkimus

Tuotekehittely eli luokanopettajan kemian opetusta tukevan täydennyskoulutuksen kehittäminen ja siitä edelleen luokanopettajaopiskelijoiden FyKekurssimallin kehittäminen tapahtuu iteratiivisesti vaihe vaiheelta sykleittäin ja se sisältää interventioita muutoksen aikaansaamiseksi. Kehittämisprosessissa oli mukana tutkijan lisäksi muita toimijoita niin suunnittelun, toteutuksen kuin myös arvioinnin aikana, joten vuorovaikutteisuus kulkee mukana läpi koko kehittämistutkimuksen. Tutkimuksessa tarkoin kuvattava kehittämistutkimusprosessi on tärkeä osa koko tutkimusta. Se on myös tutkijalle oppimistilanne. Kuviossa 9 kuvaan kolmiaaltoisen kehittämistutkimuksen etenemistä prosessikaavion avulla. Ohjenuorana kolmiaaltoisessa kehittämistutkimuksessa toimivat kolme päättämiskysymystä, jotka käsittelevät kehittämistuotosta, ongelma-analyysiä ja kehittämisprosessia (vrt. Edelson 2006; 2002).

Kehittämistutkimuksen ensimmäisessä aallossa (ks. luku 4), jota voi pitää myös koko tutkimuksen pilotointina, kehitettiin kahdessa mesosyklissä peruskoulun opettajille tarkoitettua täydennyskoulutusta tavoitteiden, sisällön ja

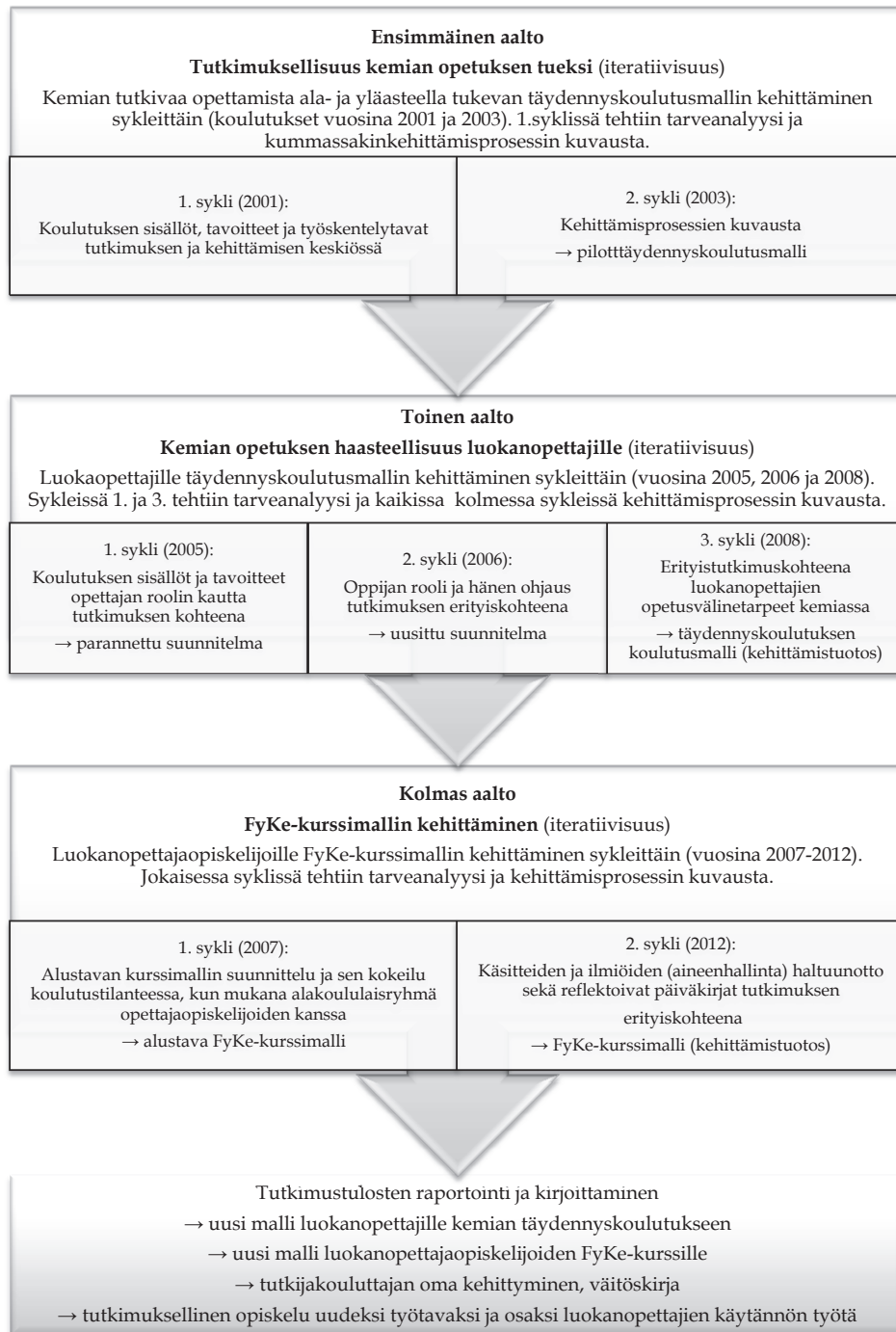
opetusmenetelmien osalta. Päävastuu kehittämisestä ja toteutuksesta oli tällöin suunnittelu- ja kouluttajaparilla, joista toinen olin. Koulutuksessa mukana olleet opettajat osallistuivat kehittämisprosessiin olemalla mukana koulutuksessa ja tuotosten eli koulutusten arvioijina. Tärkeimpänä tuloksena oli kehittämis- tuotos (pilottivaiheinen Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun ala- ja ylä- luokilla -täydennyskoulutusmalli), mutta tutkimuksessa panostettiin myös on- gelma-analyysin ja kehittämisprosessin tarkasteluun.

Toisessa aallossa kehittämistyössä olivat mukana koulutuksiin osallistu- neet luokanopettajat. Tällöin kehitystyö oli kolmisyklinen. Ensimmäisessä syk- lissä kehittämistutkimuksen keskiöön nousivat opetettavan aineen sisällöt ja työtavat näkökulmana opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa, toisessa syklissä puolestaan keskiössä oli oppijan rooli ja hänen ohjauksensa. Kolman- nessa syklissä kehittämistutkimuksen erityistutkimuskohteena olivat opetusvä- linetarpeet kemian ja fysiikan opetuksessa. Päävastuu kehittämisestä ja toteu- tuksesta oli suunnittelu- ja kouluttajaryhmällä, johon kuuluin. Koulutuksissa olleet luokanopettajat osallistuivat tarve-analyysivaiheisiin ja kehittämisproses- siin vastaamalla alkukyselyihin ja tuotosten eli pidettyjen koulutusten arvioin- tiin sekä osallistumalla itse koulutukseen ja sen aikana käytyihin keskusteluihin ja ryhmäpalaveriin. Tutkimuksen tässä aallossa keskeistä oli kehittämis- tuotos (Kemian ja fysiikan opetus on uusi haaste luokanopettajalle - täydennyskoulutusmalli). Tutkimuksessa panostettiin myös ongelma-analyysin ja kehittämisprosessin kuvaukseen.

Toisessa aallossa kehitetyn luokanopettajan täydennyskoulutusmallin se- kä muun tutkimustiedon pohjalta kolmannessa aallossa kehitettiin luokanopet- tajan aikuiskoulutuksen FyKe-kurssimallia. Raportoituja mesosyklejä kolman- nessa aallossa oli kaksi (vuosina 2007 ja 2012 järjestetyt kurssit), joissa kehityk- sen ja tutkimuksen kohteena olivat erityisesti yhteisöllisyys, reflektointi ja itse- reflektointi. Kurssin tavoitteet, sisällöt ja toimintatapa ovat olleet myös huomi- on kohteena. Työparini kanssa olimme yhdessä vastuussa kurssin suunnittelus- ta, kehittämisestä ja toteuttamisesta. Opettajaopiskelijat osallistuivat kurssin kehittämiseen tarveanalyysi- ja arviointivaiheissa vastaamalla kyselyihin sekä kirjoittamalla refleктоivaa prosessipäiväkirjaa koko kurssin ajan ja osallistumal- la koulutuksen aikana ryhmäkeskusteluihin. Kolmannessa aallossa keskeistä oli kehittämistuotos (FyKe-kurssimalli), mutta tutkimuksessa panostettiin myös ongelma-analyysin ja kehittämisprosessin kuvaukseen.

Yhteenvetona luvussa 7 pohdin kokoavasti saatuja tuloksia kaikkiin kol- meen päätutkimuskysymykseen liittyen kehittämistuotokseen, ongelma- analyysiin ja kehittämisprosessiin. Tämän lisäksi teen tutkimuksen pätevyys- ja eettisyystarkastelua sekä pohdin tutkimuksen merkitystä ja esittelen mahdolli- sia jatkotutkimuskohteita

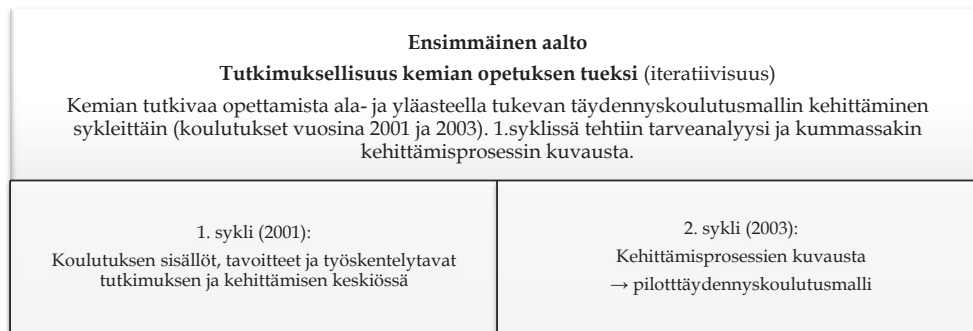




KUVIO 9 Prosessikaavio kolmiaaltoisesta kehittämistutkimuksesta

## 4 ENSIMMÄINEN AALTO - TUTKIMUKSELLISUUS KEMIAN OPETUKSEN TUEKSI

Ensimmäisessä aallossa kehitettiin ja toteutettiin sekä arvioitiin kahdessa peräkkäisessä syklissä iteratiivisesti peruskoulun opettajille tarkoitettua täydennyskoulutusmallia, jossa tutkimuksellisuus ovat kemian opetuksen tukena (kuvio 10).



KUVIO 10 Ensimmäisen aallon toteutussuunnitelma

Ensimmäisessä syklissä koulutuksen kehittäminen (luku 4.1) alkoi teoreettisella tarveanalyysillä, jonka tulosten avulla oli mahdollista täydentää luvussa 2 tehdyn ongelma-analyysin tuloksia ja yksilöidä täydennyskoulutuksen tavoitteet sekä suunnitella koulutuksen toteutus yksityiskohtaisesti. Toteutuksen päätyttyä osallistujat arvioivat koulutusta vastaamalla kyselyyn, minkä jälkeen analysoin saamani aineiston ja tein tarvittavat johtopäätökset jatkoa varten. 1. mesosykli muodostui siten kolmenlaisista mikrosyklistä: I) tarveanalyysi, II) täydennyskoulutuksen alustavan mallin kehittäminen ja sen toteutus sekä III) tutkimusaineiston keruu ja analysointi sekä saatujen tulosten pohdinta ja johtopäätösten teko.

Toisen syklin (luku 4.2) aikana suunnitteluryhmä ideoi ensimmäisestä syklistä saatujen tutkimustulosten ja aikaisemman tutkimustiedon pohjalta koulutusmallin, jota kokeiltiin käytännössä järjestämällä uusi täydennyskoulutus. Toteutuksen jälkeen suoritin koulutuksen arvioinnin analysoinnin, sain tutkimustulokset ja tein päätelmät. 2. mesosykli sisälsi siten kahdenlaisia mikrosyklejä: II) täydennyskoulutusmallin jatkokehittäminen ja sen kokeilu sekä III) tutkimusaineiston keruu ja sen analysointi sekä saatujen tulosten pohdinta ja johtopäätösten teko sekä raportointi jatkotoimenpiteistä. Erityisenä tutkimustehtävänä sekä 1. että 2. mesosyklissä olivat koulutusten sisältöjen, tavoitteiden ja työskentelytapojen tutkiminen ja kehittäminen. Luvussa 4.3 tein lopuksi koonnin ensimmäisestä aallosta, hahmottelin pilottitäydennyskoulutusmallin sekä tarkastelin tutkijan roolissa täydennyskoulutuksen kehittämisuuntaa.

Ensimmäisen aallon kehittämistutkimusta ohjasivat koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset, jotka olivat: 1) Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella? 2) Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle? sekä 3) Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämiseksi?

Koska kehittämistutkimuksen ensimmäisen aallon erityistavoitteena oli luoda alustava, kemian kokeellista ja tutkimuksellista opettamista peruskoulun ala- ja yläluokilla tukeva täydennyskoulutusmalli tavoitteiden, sisältöjen ja työskentelytapojen osalta (kuvio 10), olen jäsennellyt laadullisia ja määrällisiä osioita sisältävissä kyselyissä saatuja vastauksia seuraavien teemojen kautta:

1. Ala- ja yläluokkien kemian tutkivaan opettamiseen ohjaavalle täydennyskoulutukselle asetettuja tavoitteita (1. sykli)
2. Alaluokkien kemian tutkivaan opettamiseen ohjaavan täydennyskoulutuksen sisältöjä (1. ja 2. sykli)
3. Kemian ja siihen liittyvien ilmiöiden tutkivaa opettamista tukevia opetusmenetelmiä ja toimintatapoja (1. ja 2. sykli)
4. Luokanopettajien kemian tutkivaan opettamiseen liittyviä kouluttautumistarpeita (2. sykli)

Kyselyn määrällisen osion vastauksista olen laskenut frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja sekä prosentuaalisia osuuksia. Laadullisen osion vastauksia olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Näillä menetelmillä olen saanut vastaukset yhdistämällä käsitteitä toisiinsa ja tiivistämällä aineistoa yllä esitetyn teemoittelun mukaan.

Kehittämistutkimuskuvauksen esitän Bellin ja kumppaneiden (2004) mukaisella kuvauksella niin, että kuvailen kehittämistä vaihe vaiheelta ja pyrin perustelemaan tekemäni kehittämispäätökset (ks. luvut 4.1.2 ja 4.2.1). Luvussa 4.3 pohdin täydennyskoulutuksen kehittämisuuntaa saamieni tutkimustulosten pohjalta.

#### 4.1 Mesosykli 1: Täydennyskoulutuksen alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi

Vuoden 2001 alussa Jyväskylän yliopiston Chydenius-instituutti sai järjestettäväkseen opetushallituksen koulutuksen nimellä Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun ala- ja yläluokilla. Koulutuksen suunnitteluryhmään kuului lisäksi yksi luokanopettaja. Aivan ensimmäiseksi teimme alustavan suunnitelman sekä asetimme tavoitteet ja suunnittelimme rungon kolmen opintoviikon koulutukselle, jonka kohderyhmänä olivat peruskoulun alaluokkien luokanopettajat ja yläluokkien matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajat.

Koulutuksen kehittäminen alkoi muutoksen tarpeesta kehittämistutkimukselle tyypilliseen tapaan (vrt. Juuti & Lavonen 2006). Asetimme tavoitteeksi kehittämistutkimuksen keinoin saada aikaan uudenlaisten tutkimuksellisten opetusmenetelmien täydennyskoulutusta kemianopetuksen tueksi aineenopettajien lisäksi myös luokanopettajille. Tavoitteiden määrittelyä ja niiden mukaisista kehittäjä varten suoritettiin tarveanalyysi, jonka avulla haettiin vastausta pääasiassa kolmanteen tutkimuskysymykseen. Työryhmän tekemän alustavan suunnitelman ja tarveanalyysin pohjalta suunnittelimme täydennyskoulutuksen tavoitteiden lisäksi myös koulutuksen sisällöt ja käytännön toteutustavat. Tässä vaiheessa laadimme myös alustavat suunnitelmat kehittämiskäytännöistä ja selvitimme tarvittavat asiantuntijat, aikataulutuksen ja resurssit, kuten koulutusta varten tarvittavat luokkatilat, laboratoriotilat ja materiaalit. Suunnitelma päivittyi aikaa myöten (vrt. Edelson 2006; 2002).

##### 4.1.1 *Teoreettinen tarveanalyysi: LUMA-talkoot, kokeellinen opiskelu ja täydennyskoulutus*

Järjestetyn täydennyskoulutuksen tavoitteisiin, sisältöön ja menetelmällisiin ratkaisuihin liittyvän tarveanalyysin tein käyttäen pohjana teoreettista tietoa kemiasta empiirisenä luonnontieteenä ja sen opettamisesta sekä tutkimuksellisesta opiskelusta (ks. luku 2.2). Näiden lisäksi koulutusmallin päätöksentekoa varten etsin tietoa luokanopettajan täydennyskoulutukseen liittyvistä artikkeleista (luvun 4.1.1 lopussa). Lisäksi tässä ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnitteluvaiheen alussa analysoin aineistolähtöisen sisällönanalyysin (Tuomi & Sarajarvi, 2011, 108-113) keinoin vuosina 1996 -2002 toteutettujen kansallisten LUMA-talkoiden loppuvaiheessa kirjoitettuja raportteja (LUMA-ohjelman loppuraportti 2002; Aroluoma 2001) ja Kemia tänään -tapahtumien yhteydessä tehtyä tutkimusta (Aksela & Juvonen 1999), joita analysoidessani etsin tietoa erityisesti opettajien kokemuksista ja niille heidän antamistaan merkityksistä liittyen järjestettyjen täydennyskoulutusten tavoitteisiin, sisältöihin ja menetelmiin (malleihin).

Vuonna 1995 opetushallituksessa oli nimittäin käynnistetty luonnontieteiden ja matematiikan opetuksen kehittämishanke, LUMA-projekti, vuosille 1996-2000. Projektin tavoitteena oli suomalaisten matemaattis-luonnon-

tieteellisen osaamisen nostaminen kansainväliselle tasolle. Huhtikuussa 1996 opetusministeriö puolestaan julkisti laajan matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen kehittämisohjelman eli LUMA-talkoot vuosiksi 1996 – 2002. LUMA-ohjelmalle oli määritetty useita määrällisiä ja laadullisia tavoitteita. Yhdeksi hankkeen määrällisiksi päätavoitteiksi oli asetettu LUMA-aineiden kirjoittajien määrän kasvu ylioppilastutkinnossa ja hakijamäärien kasvu luonnonvara- sekä tekniikan ja liikenteen koulutukseen (LUMA-ohjelman loppuraportti 2002). Jotta nämä määrälliset tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa, tulisi opetuksessa ja oppimisessa tapahtua paljon laadullista muutosta, kuten tutkija Irma Aro-luoman (2001) julkaisemassa tutkimuksessa ”Tunnilla ei tympäse”; LUMA-talkoot opetuskäytänteiden muuttajana 1996–1999 todetaan. Laadullinen muutos on kuitenkin hidasta ja aluksi usein myös näkymätöntä. Hankalasti ja viiveellä havaittavissa on se, mitä on tapahtunut koulujen oppitunneilla, opettajien ja oppilaiden vuorovaikutuksessa, opettajien ja muiden henkilöiden yhteistyössä, työpaikan ilmapiirissä, oppilaiden suhtautumisessa luontoon, oppilaiden elämänhallintatiedoissa tai ennen kaikkea heidän kiinnostuksessaan LUMA-opintoja kohtaan. Tavoitteena LUMA-talkoissa kuitenkin oli saada aikaan laadullista muutosta asenteissa, motivaatiossa ja työskentelytavoissa. Ennen pitkää niiden oletettiin vaikuttavan myös määrällisesti.

Tutkimusraporttinsa yhteenvedossa Aroluoma (2001) on selvittänyt myös opettajien mielipiteitä täydennyskoulutuksesta ja sen vaikutuksesta hankkeessa toimimiseen. Täydennyskoulutus koettiin poikkeuksetta tarpeellisena ja täydennyskoulutukseen kannattaa lähteä yhtä aikaa useamman opettajan samasta työyhteisöstä. Opettajien mielestä olisi hyvä, jos koulutus tarjoaisi sopivassa suhteessa teoriapohjaa ja tilaisuuden harjoitella oppimaansa käytännössä. Pohdinnat ja mielipiteiden vaihdot muiden opettajien kanssa koettiin ammatissa kehittymistä edistäväksi ja LUMA-toimintaa ohjaavaksi.

LUMA-talkoisiin liittyen Kemianteollisuus ry:n vuonna 1997 tekemästä aloitteesta käynnistettiin erityisesti kemian opettajille suunnatut Kemia tänään -koulutustapahtumat yhteistyössä opetushallituksen, opetusministeriön ja Matemaattisten Aineiden Opettajien Liiton (MAOL ry) sekä Helsingin yliopiston opettajakoulutuslaitoksen edustajien kanssa. Tässä yhteydessä Aksela ja Juvo-nen (1999, 15–19) tutkivat lähemmin myös kemianopettajien näkemyksiä kokeellisesta kemian opettamisesta. Tutkimuksen mukaan kemianopettajien mielestä kokeellisuus on osa kemian opettamista. Käytännössä kokeellisuus voi heidän tutkimuksensa mukaan olla omakohtaista toimintaa, laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita, opintokäyntejä, audiovisuaalisten apuvälineiden tai kerronnan avulla tapahtuvaa toimintaa. Gott ja Duggan (1995) ovat jakaneet kokeelliselle työskentelylle asetettujen tavoitteiden pohjalta työskentelyn taitoja harjaannuttavaan, havainnointia korostavaan, keksimistä korostavaan, todentamista korostavaan ja tutkimusta korostavaan kokeelliseen työskentelyyn.

Peruskoulun alaluokkia ajatellen opetushallitus tuotti LUMA-talkoiden aikana myös painetussa ja sähköisessä muodossa aineistoja, joissa on esitelty luokille 1–6 soveltuvia fysiikan, kemian ja biologian aiheita työskentelyohjeineen. Tällaisia aineistoja ovat esimerkiksi Iloa ilmiöistä (Makkonen & Sihvonon

1998), joka on peruskoulun alaluokkien fysiikan opetuksen opas ja Iloa tutkimisesta / Att forska är roligt (Vakkilainen 2001), joka on peruskoulun alaluokkien luonnontieteiden opetuksen opas ja se on tuotettu yhdessä Taloudellisen Tiedotustoimiston kanssa. Nämä materiaalit sopivat erittäin hyvin meidän täydennyskoulutuksen suunnittelun lähdemateriaaleiksi. Paljon olemme käyttäneet lähdemateriaalina myös Jouni Viirin (2005) alakoulun opettajille luonnontieteiden opetuksen tueksi kirjoittamaa kirjaa Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa? Hän kiinnittää huomiota erityisesti lasten luonnontieteellisen ajattelun kehittämisen edistämiseen opetuksessa.

Tavanomaisesti luokanopettajan täydennyskoulutuksissa on keskitytty sisältöihin, joista on oletettu olevan välitöntä hyötyä käytännön opetustyölle. Syynä ovat olleet yleensä koulutustarvekyselyissä opettajien esittämät toivomukset. Täydennyskoulutettavat ovat pitäneet järjestelyitä onnistuneina, mikäli he ovat saaneet vihjeitä ja ratkaisuja suoraan sovellettavaksi arkipäivän työhön. Täydennyskoulutuksen tulisi kuitenkin tarjota eväitä, joiden avulla opettaja itse voi muovata opetustaan siten, että ”valmiista opetusmalleista” on mahdollista ottaa tilanteeseen ja tarkoitukseen sopivia piirteitä. Opettajalla on oltava mahdollisuus soveltaa parhaaksi arvioimiaan pedagogisia lähestymistapoja ja työmuotoja eri tilanteissa. Tämän mahdollistamiseksi opettajalta vaaditaan sekä kokemusta että kykyä tutkimuspohjaisen tiedon hyväksikäyttöön. (Hämäläinen & Mikkola 1992, 20–21.)

**Lyhyesti kiteytettynä** LUMA-talkoomateriaalista tehdyn teoreettisen tarveanalyysin pohjalta voi todeta, että täydennyskoulutuksen tulee tarjota sopivassa suhteessa teoriaa ja mahdollisuuksia harjoitella opittua toisten kanssa yhdessä tekemällä. Pohdinnoille ja mielipiteiden vaihdolle muiden opettajien kanssa on syytä varata riittävästi aikaa. Kokeellisuuden tulee pitää sisällään omakohtaista toimintaa, laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita ja opinto-käyntejä.

Lisäksi teoreettiseen tarveanalyysiin **yhteenvedona** luvussa 2.1.2 esitetyn perusteella kemiasta luonnontieteenä ja sen erityispiirteistä puolestaan voi todeta seuraavaa: Kemiassa käytettävät käsitteet ja selitykset ovat biologisten käsitteiden tapaan usein luokittelevia ja kuvailevia toisin kuin fysiikassa (esim. Erduran 2001, 583; Erduran & Scerri 2002, 11) ja kemialla on luonnontieteellisen tiedon luonne (esim. Lederman 2004; Erduran & Scerri 2002) joten empiirisyyden lisäksi se on kehkeytyvää. Lisäksi kemiassa tiedonhankintatapa on olennainen osa tiedettä (esim. Erduran & Scerri 2002, 11; Monk & Osborne 1997, 407). Edellä kerrottu huomioiden tässä vaiheessa korostuu kemian luonne empiirisenä luonnontieteenä, jolle on tyypillistä kokeellisen tutkimuksen tekeminen. Tutkimisen tulee olla ilmiölähtöistä ja sille tärkeää on havaintojen teko. Kokeellisuus, erilaiset laitteet ja laboratorioympäristö tuovat autenttisuutta kemian opiskeluun. Tavoitteiden asettelussa päätimme huomioida nuorten luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittämisen osana monipuolista yleissivistystä sekä luonnontieteellisen lukutaidon (Science literacy) kehittämisen, jolle on määritelty tutkimuksissa kolme ulottuvuutta: luonnontieteelliset

käsitteet, prosessit ja tilanteet (ks. esim. Krajcik & Sutherland 2010; Holbrook & Rannikmae 2009; Cresswell & Vayssettes 2006).

Viimeksi kuluneiden parin vuosikymmenen aikana on ollut havaittavissa kemian ja yleisemmin myös luonnontieteiden opetusuudistusten suuntaavan käytäntöjä kohti tutkimuksellisuutta (esim. Näsäkkälä ym. 2001; St John 2000, 109–111; Ahtee 1990, 25; Meisalo 1990, 13–19). Nämä tutkimuksellisuuteen liittyvät käytänteet luovat tarvetta täydennyskoulutukselle, koska ne haastavat perinteisen didaktisen opetuksen. Järjestettävän täydennyskoulutuksen tulee sisältää käytännön tutkimuksia ja ongelmanratkaisua, eli aktiivista ja fyysisistä tekemistä sekä ajattelua ja järjkeilyä.

#### **4.1.2 Kehittämissiprosessi 1: Ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus**

Kemian tutkivaa opettamista peruskoulun ala- ja yläluokilla -koulutuksen 1.mesosyklin ohjelmarungon rakensimme edellä kerrotun tarveanalyysin pohjalta korostaen kemian opetuksen tutkimuksellisuutta ja sen sisällä erityisesti kokeellisuutta ja itse tekemällä oppimista yhdessä muiden kanssa (ks. luvut 2.2 ja 4.1.1). Suunnittelussa huomioitiin myös kehittämistutkimuksen käytettävyyšnäkökulma (Edelson 2006; 2002). Tältä pohjalta asetimme täydennyskoulutuksen tavoitteet siten, että täydennyskoulutuksen tulee:

1. tarjota sellaisia kokeellisten opetusmenetelmien hallinnan taitoja, jotka edesauttavat kokeellisten sovellusten käyttämistä luonnontieteiden opetuksessa
2. monipuolistaa opetusmenetelmiä ja toimintatapoja
3. tarjota uusia kokeellisia menetelmiä luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen
4. saada kokeellinen opettaminen ja oppiminen luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista.

Koulutuksen laajuudeksi määrityi 3 opintoviikkoa ja se ajoittui keväälle 2001. Koulutus koostui neljästä koulutusjaksosta, joista jaksot I ja II olivat kaksipäiväisiä ja jaksot III ja IV yksipäiväisiä lähiopetuspäiviä, sekä kehittämishankkeesta (ks. liite 11). Asetettujen tavoitteiden mukaisesti koulutuksen aikana opettajat perehtyivät sekä luonnontieteellisen tutkimisen perusteisiin että aineiden ja luonnonilmiöiden tutkimiseen. Lähiopetuspäivien ohjelma (liite 12) sisälsi myös opetussuunnitelmien kartoitusta eri luokka-asteilla, koska suuntaviivat ja perusteet opetukselle lähtevät opetussuunnitelman perusteista. Aiheet demonstraatioihin ja kemian töihin luokkahuoneessa ja laboratoriossa lähtivät myös kemian opetussuunnitelman perusteissa määritellyistä kemian keskeisistä ilmiöistä ja sisällöistä. Opettajien tarpeista lähtevänä otimme ohjelmaan esimerkiksi valmiisiin kemian työkalupakkeihin tutustumista.

Täydennyskoulutuksen yhtenä tärkeänä osana oli koulutettavien omaan opetustyöhön ja itsensä kehittämiseen liittyvä kehittämishanke (liite 13), jonka ohjeistimme niin, että sen lähtökohtana tulisi olla opetussuunnitelma, oman

opetusryhmän tarpeet kemian näkökulmasta ja omat kiinnostusalueet. Kehittämishankkeen myötä opettajilla oli mahdollisuus saada kokemusta kemian ja luonnontieteiden kokeellisesta opettamisesta ja oppimisesta autenttisessa tilanteessa. Kehittämishankkeita työstettiin jonkin verran lähiopetuspäivien aikana, vaikkakin pääosin ne toteutettiin omaan koulutyöhön liittyen. Jaksoon III liitettiin myös teollisuusvierailu.

#### 4.1.3 Ensimmäisen toteutuksen arviointi

Tutkimusta ja samalla kehitetyt täydennyskoulutuksen arviointia varten keräsin aineistoa käyttäen survey-aineistonkeruumenetelmää (ks. luku 3.1.3). Koulutuksen arviointiin osallistui yhteensä 19 koulutuksessa mukana ollutta. Jaoinne sekä määrällisiä että laadullisia osioita sisältäneet kyselylomakkeet vastaajille koulutuksen viimeisen jakson yhteydessä ja he täyttivät ne paikan päällä. Kyselylomake oli opetushallituksen laatima täydennyskoulutusten standardiarviointilomake (liite 1), joka koostui sekä suljetuista osioista sisältäen 1. taustatiedot, 2. koulutustapahtuma, 3. koulutuksen hyöty, 4. koulutuksessa käytetyt menetelmät ja 5. kouluttajat että avoimista osioista, jotka olivat 6. ruusuja ja risuja, 7. ehdotuksia koulutuksen kehittämiseksi, 8. uusia koulutusaiheita ja 9. muita kommentteja. Taustatietomittarin suljetut osiot olivat luokitteluasteikollisia. Muiden suljettujen mittareiden (2-5) osioiden arviointi tapahtui mittaasteikolla: ei ollenkaan=1, jonkin verran=2, en osaa sanoa=3, hyvin=4 ja erittäin hyvin=5. Osioden 2-5 vastauksista laskin frekvenssit (f), keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh) sekä hyvin ja erittäin hyvin (4 ja 5 mitta-asteikolla) -vastausten prosentuaalisen osuuden koko määrästä. Luvussa 3.1.4 olen esimerkkitapauksena kirjoittanut auki sen, kuinka olen suorittanut määrällistä arviointia suljettujen osioiden 1-5 kohdalla sekä teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä osioissa 6-9 avoimien kysymysten vastausten analysoinnissa.

Kyselyyn vastanneista (N=19) koulutuksen arvioijista 13 toimi opettajana perusopetuksen luokilla 7-9 ja viisi perusopetuksen luokilla 1-6. He arvioivat täydennyskoulutusta kokonaisuudessaan sen tavoitteiden, opetusmenetelmien ja sisältöjen osalta. Määrällisen arvioinnin tulokset olen koonnut taulukkoon 16 ja laadullisen teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla saadut tulokset puolestaan esitän taulukossa 17 ala- ja yläluokkien osalta.



TAULUKKO 16 Ensimmäisen aallon 1. syklin määrällinen arviointi (N=19)

Arvioitava osa-alue	f=1	f=2	f=3	f=4	f=5	f=4 tai 5 (%)	kh	ka
<b>Koulutuksen tavoitteet</b>								
Tärkeitä oman työn kannalta	0	3	1	12	3	15 (79)	0,9	3,8
Ennakoivat tulevaa työssä	0	1	1	11	6	17 (89)	0,8	4,2
Koulutus vahvisti opetustaitoja	0	2	3	13	1	14 (74)	0,8	3,7
<b>Koulutuksen sisällöt</b>								
Sisällöt vastasivat tavoitteita	0	0	1	15	3	18 (95)	0,5	4,1
Lähi + etäopetus oli kokonaisuus	0	1	3	12	3	15 (79)	0,7	3,9
Huomioivat työn ohessa opiskelun	0	1	2	11	5	16 (84)	0,8	4,1
<b>Koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät</b>								
Innostaa uudistamaan opetusmenetelmiä	0	1	0	13	5	18 (95)	0,7	4,2
Kouluttajat olivat avoimia uusille ideoille ja aloitteille	0	0	0	9	10	19 (100)	0,5	4,5
Hyödynsivät ryhmän asiantuntijuutta	0	1	2	7	9	16 (84)	0,9	4,3

TAULUKKO 17 Ensimmäisen aallon 1. syklin laadullisen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Motivoituneisuus Tutkiva opettaminen käyttöön Ideoiden jako eteenpäin Pedagoginen pohdinta Koulutuksen yleiset järjestelyt	Tavoitteet
Aihekokonaisuudet Käyttökelpoiset työt Kemiatiedon lisääminen Materiaalit	Sisällöt
Yhdessä toimiminen Kannustava ohjaus Avoin ilmapiiri Aktivoivat työtavat	Toimintatavat

Koulutukselle asetetut *tavoitteet* (ks. 4.1.2) olivat tehdyn tutkimuksen perusteella oikeaan osuneita. Vastaaajista 79 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=3,8; kh=0,9) arvioi koulutustapahtuman tavoitteiden olleen tärkeitä tai erittäin tärkeitä hänen oman työnsä kannalta ja 89 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,2; kh=0,8) vas-

taajista katsoi tavoitteiden ennakoivan tulevaisuuden tavoitteita hänen työssään. Koulutuksen aikana oli opettajien motivaatio kemian opettamiseen saatu heräämään ja saatuja ideoita aiottiin viedä osaksi omaa työtä.

*01y12: "Sain uusia ideoita ja rohkeutta toteuttaa omia ajatuksia ja suunnitelmia, koska tulevana lukuvuonna opetan pitkää aikaa myös kemiaa, kaikki kursseilla esille tullut on hyödynnettävissä."*

Koulutuksen järjestelyihin oltiin tyytyväisiä. 74 % (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=3,9$ ;  $s=0,74$ ) vastaajista koki, että hänen opettajan ja oppimisen ohjaajan taitonsa vahvistuivat paljon tai erittäin paljon koulutuksen aikana. Järjestetty koulutus oli herättänyt miettimään myös kemian pedagogiikkaa ja sen myötä oppilaan saamista uteliaana ja innokkaana kemiallisten ilmiöiden pariin. Koulutukseen osallistuneista opettajista kaksi kolmasosaa oli aineenopettajia. Heidän mielestään ideoita uudennaisesta tavasta opiskella kemiaa ja täydennyskoulutusta siitä tulee saada levitettyä myös alakoulujen opettajille.

*01y15: "(Pitää) yrittää saada useampia ala-asteen opettajia mukaan koulutukseen, että kemian tutkiva opettaminen leviäisi sinnekin."*

Koulutuksen sisältöjen katsoi 95 % (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=4,1$ ;  $s=0,49$ ) vastaajista vastaavan hyvin tai erittäin hyvin sille asetettuja tavoitteita. Lähi- ja etäopetus muodostivat hyvän tai erittäin hyvän kokonaisuuden 79 prosentin (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=3,9$ ;  $s=0,74$ ) mielestä. Opiskelu työn ohessa tuli huomioitua 16 (N=19) vastaajan mielestä hyvin tai erittäin hyvin. Koulutukseen valittuihin aihekokonaisuuksiin ja käytettyihin materiaaleihin sekä menetelmiin oltiin tyytyväisiä. Etenkin käytännölläisyyttä, monipuolisuutta ja sitä, että tehdyt työt olivat uusia, pidettiin hyvänä. Luokanopettajien ja aineenopettajien mukanaolo samassa koulutuksessa koettiin rikastuttavaksi ja ajatuksia herättäväksi kokemukseksi. Ohjelmassa olleiden tehtävien osalta jotkut menivät esimerkiksi luokanopettajan osaamisalueen ulkopuolelle, mutta palvelivat kyllä yläkoulun opettajia. Erityisesti alakoulun puolella tunnettiin huolta siitä, että heidän oma teoreettinen tieto kemiasta ei ole riittävä sen opettamiseen.

*01a19: "Ala-asteen opettajana kaipaisi perusfaktaa, tavallisimpien aineiden kemianmerkkejä, koevälineiden kuvia + nimiä."*

Opetusmenetelmiä ja toimintatapoja arvioidessaan koulutuksen hyvään ja kannustavaan ilmapiiriin oltiin erittäin tyytyväisiä. Peräti 95 % (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=4,1$ ;  $s=0,49$ ) vastaajista katsoi koulutustapahtuman innostaneen heitä paljon tai erittäin paljon uudistamaan opetusmenetelmiään. Kouluttajien avoimuudelle uusia ideoita ja aloitteita kohtaan oltiin 100 % (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=4,5$ ;  $s=0,51$ ) tyytyväisiä ja 84 % (4 tai 5 mitta-asteikossa;  $ka=4,3$ ;  $s=0,87$ ) vastanneista oli sitä mieltä, että kouluttajat hyödynsivät opiskelijaryhmässä olevaa asiantuntemusta hyvin tai erittäin hyvin.

### **Päätelmiä tutkimustuloksista**

Koulutukselle asetetut tavoitteet (ks. luku 4.1.2) olivat tehdyn tutkimuksen perusteella oikeaan osuneita. Opettajat näkivät koulutukselle asetettujen tavoitteiden ennakoivan tulevaisuuden tavoitteita omassa työssä. Koulutuksen myötä he kokivat saaneensa intoa ja työkaluja toteuttaa koulussa tutkimuksellisia opetusmenetelmiä kemian opetuksessa. Järjestetty koulutus oli herättänyt mieltämään myös kemian pedagogiikkaa ja sen myötä oppilaan saamista uteliaana ja innokkaana kemiallisten ilmiöiden pariin. Jotta tutkimuksellisuudesta tulisi luonteva osa kemian opiskelua, tulee ideoita uudenlaisesta tavasta opiskella kemiaa saada levitettyä eteenpäin myös alakoulujen opettajille; erityisesti heille suunnattua täydennyskoulutusta kaivattiin.

Koulutuksessa olleiden opettajien mielestä koulutuksen sisällöt (liite 11) vastasivat hyvin sille asetettuja tavoitteita. Aihekokonaisuuksiin ja käytettyihin materiaaleihin sekä tutkimuksellisuutta hyödyntäviin menetelmiin opettajat olivat tyytyväisiä. He korostivat etenkin käytännönläheisyyttä, monipuolisuutta ja sitä, että tehdyt laboratoriotyöt olivat uusia. Luokanopettajien ja aineenopettajien mukanaolo samassa koulutuksessa koettiin rikastuttavaksi ja ajatusta herättäväksi kokemukseksi. Erityisesti alakoulujen opettajat tunsivat huolta siitä, että teoreettinen tietopohja kemiasta ei ole riittävä sen opettamiseen.

Koulutuksen toimintatapoja arvioidessaan lähes kaikissa vastauksissa korostui koulutuksen avoin ja kannustava ilmapiiri, mihin oltiin hyvin tyytyväisiä. Yhdessä toimiminen edesauttoi vinkkien ja ideoiden vaihtoa ja pohdinnat olivat olleet hyvin hedelmällisiä. Kannustava ohjaus ja vapautunut tunnelma rohkaisivat kokeilemaan ilman epäonnistumisen pelkoa. Mieleen jäi mukava kokemus. Käytetyt työtavat olivat aktivoineet tutkimuksellisuuteen ja tekemällä oppiminen oli ollut hauskaa. Etätehtävän tekeminen antoi mahdollisuuden kokeilla opittua omassa työssä, mutta siihen kaivattiin lisää ohjeistusta.

Erityisesti avoimissa vastauksissa korostuivat ryhmäpohdintojen tärkeys ja yhdessä tekemisen hauskuus, mitkä asiat olivat tulleet esille myös Aro-luoman (2001) raportissa. Täydennyskoulutus herätti opettajat miettimään uudelleen kemian pedagogiikkaa ja sitä, että oppilas pitäisi saada miettimään uteliaasti kemian ilmiöitä ja tekemään innostuneesti kokeita. Sitä kautta tutkimuksellinen opettaminen ja oppiminen tulisivat luontevaksi osaksi kemian ja muiden luonnontieteiden opettamista. Innostus ainetta kohtaan oli virinnyt. Ja kuten Akselan ja Juvosen (1999, 15–19) tekemässä tutkimuksessakin oli käynyt ilmi, käytännössä opetuksen on hyvä pitää sisällään esimerkiksi omakohtaista toimintaa, laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita ja opintokäyntejä. Työskentelyssä on hyvä olla mukana taitoja harjaannuttavaa, havainnointia, keksimistä ja todentamista korostavaa tutkimuksellisuutta.

## 4.2 Mesosykli 2: Täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen, toteutus ja arviointi

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun ala- ja yläluokilla -täydennyskoulutuksen kehittäminen jatkui. Edellisessä luvussa kuvatussa täydennyskoulutuksesta saadut tutkimustulokset ja tehdyt johtopäätökset loivat pohjan seuraavalle kolmen opintoviikon laajuiselle täydennyskoulutukselle, joka myös järjestettiin Jyväskylän yliopiston Chydenius-Instituutilla. Ajankohta oli syysälävi 2002 ja kevät 2003.

### 4.2.1 Kehittämisprosessi 2: Täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen ja toinen toteutus

Edellä 1. syklissä saatujen tulosten perusteella 2. syklin täydennyskoulutuksen tavoitteita ei ollut tarvetta lähteä muuttamaan. Täydennyskoulutuksen sisältöjä ja toteutusta sen sijaan tarkistimme siten, että saatujen tulosten lisäksi huomioimme opetushallitukselta 17.9.2002 ilmestyneen luonnoksen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (Opetushallitus 2002). Niiden mukaan fysiikka ja kemia määritettiin itsenäisiksi oppiaineiksi peruskoulun 5. ja 6. luokilla. Siksi sisällyitimme koulutukseen myös opetussuunnitelmien perusteisiin tutustumisen. Kentällä toimivat luokanopettajat olivat nimittäin koulutuksen järjestämisen aikoihin vuonna 2002 tilanteessa, että heidän on määrä aloittaa fysiikan ja kemian opetus ilman, että he ovat opettajakoulutuksessaan lainkaan perehtyneet näihin oppiaineina.

Edellisessä kappaleessa määritimme koulutuksen sisällöt seuraavasti:

- kokeellista tutkimista ja oppimista
- kokeellista kemiaa luokkahuoneessa
- keittiökemiaa
- demonstraatioita
- laitteistojen ja kemikaalien käyttöä
- laboratoriotyöskentelyä ja kemiallisia kokeita
- teollisuusvierailu
- kemian työkalupakkeihin tutustumista
- pienimuotoisen kehittämishankeen tekeminen
- opetussuunnitelmien kartoitusta eri luokka-asteilla.

Täydennyskoulutukseen hakeutui 16 luokanopettajaa eikä yhtään aineenopettajaa. Saatoimme siten keskittää koulutuksen sisällöt palvelemaan täysin alakoulujen tarpeita. Opetussuunnitelman perusteiden luonnoksessa (2002) määritettiin kemian ja fysiikan opiskelun lähtökohdiksi oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä havainnot ja tutkimukset, jotka oli tehty ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä. Näistä tavoitteena on edetä kohti fysiikan ja kemian peruskäsitteitä ja periaatteita. Tärkeänä asiana jo opetussuunnitelman

perusteiden luonnoksessa (2002) tuotiin esille, että *"opiskelun tulee innostaa oppilasta luonnontieteiden opiskeluun, auttaa oppilasta pohtimaan hyöän ja turvallisen ympäristön merkitystä sekä opettaa oppilasta huolehtimaan ympäristöstään ja toimimaan siinä vastuullisesti"*.

Täydennyskoulutukselle sisältöjä ja toteutustapoja valitessamme pidimme tärkeänä sitä, että punaisena lankana koko koulutuksen ajan tulisivat olemaan tutkimuksellisuus, kokeellisuus ja ilmiökeskeisyys 1. syklistä saamiemme tutkimustulosten perusteella. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että koulutus tulisi sisältämään paljon omakohtaista toimintaa: laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita, opintokäyntejä sekä käytäntöön soveltavaa tutkimuksellista opetusta kehittämishankkeen muodossa. Lisäksi varasimme aikaa yhteisille pohdintoille.

#### 4.2.2 Toisen toteutuksen arviointi

Keväällä 2003 keräsin tutkimusta ja kehitetyn täydennyskoulutusmallin 2. syklin arviointia varten aineistoa käyttäen survey-aineistonkeruumenetelmää (ks. luku 3.1.3). Käyttämäni kyselykaavake sisälsi sekä määrällisiä että laadullisia osioita. Koulutuksen arviointiin osallistuvat kaikki 16 mukana ollutta luokanopettajaa. Vastajille jaoin kyselylomakkeet koulutuksen viimeisen jakson yhteydessä ja he täyttivät ne paikan päällä. Käytetty kyselylomake oli opetushallituksen käyttämä standardiarviointilomake (liite 2), joka oli rakenteeltaan pääosin samanlainen kuin 1. syklin lopuksi tehty kysely ja koostui sekä suljetuista osioista: 1. taustatiedot, 2. koulutustapahtuma, 3. koulutuksen hyöty, 4. koulutuksessa käytetyt menetelmät ja 5. kouluttajat että avoimista osioista: 6. ruusuja ja risuja, 7. ehdotuksia koulutuksen kehittämiseksi ja uusiksi koulutusaiheiksi, 8. syitä koulutukseen hakeutumiseen ja 9. muita kommentteja. Taustatietomittarin suljetut osiot olivat luokitteluasteikollisia. Muiden suljettujen mittausten (2-5) osioissa arviointi suoritettiin asteikolla: ei ollenkaan=1, jonkin verran=2, keskimääräisesti=3, hyvin=4 ja erittäin hyvin=5. Osioiden 2-5 vastausten laskin frekvenssejä (f), keskiarvoja (ka) ja keskihajontoja (kh) sekä hyvin ja erittäin hyvin (4 ja 5 mitta-asteikolla) -vastausten prosentuaalisia osuuksia koko määrästä. Osioiden 6-9 avoimia vastauksia puolestaan olen analysoinut käyttäen teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä. Näillä menetelmillä olen saanut vastaukset yhdistämällä käsitteitä toisiinsa ja tiivistämällä aineistoa esitetyn teemoittelun mukaan.

Kyselyssä koulutukseen osallistuneet luokanopettajat (N=16) saivat arvioida tyytyväisyyteensä vaikuttaneiden koulutuksen osatekijöiden toteutumista. Lisäksi he arvioivat mm. koulutuksessa toteutettuja aihekokonaisuuksia ja koulutusmateriaaleja sekä toimintatapoja. Heitä pyydettiin myös kirjoittamaan ehdotuksia koulutuksen kehittämiseksi. Kyselylomakkeessa olleiden osioiden väitteitä ja myös näkökulmaa oli jonkin verran muutettu 1. syklissä käytetyistä. Tärkein muutos oli, että 1. syklin kyselyssä sisältöjen ja menetelmien lisäksi kiinnostus kohdistui koulutuksen tavoitteisiin ja niissä onnistumiseen. 2. syklin kyselyssä halusin saada tietoa osallistujilta erityisesti siitä, kuinka koulutuksen sisällöt ja käytetyt toimintatavat vastasivat heidän omia tarpeitaan ja tavoitteitaan. Lisäksi avoimen osion kysymyksissä pyydettiin opettajia kirjoittamaan

erityisesti kouluttautumistarpeeseen. Määrällisen arvioinnin tulokset olen koontanut taulukkoon 18 ja laadullisen teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla saadut tulokset puolestaan esitän taulukossa 19.

TAULUKKO 18 Ensimmäisen aallon 2. syklin määrällinen arviointi (N=16)

Arvioitava osa-alue	f=1	f=2	f=3	f=4	f=5	f=4 tai 5 (%)	kh	ka
<b>Koulutuksen sisällöt</b>								
Tärkeitä oman työn kannalta	0	0	0	6	10	16 (100)	0,5	4,6
Ennakoivat tulevaa työssään	0	0	0	4	12	16 (100)	0,5	4,8
Vastasivat tavoitteita	0	0	1	6	9	15 (94)	0,6	4,5
Lisäsivät sisältötietoja kemiasta	0	0	1	7	8	15 (94)	0,6	4,4
<b>Koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät</b>								
Vahvistivat opetustaitoja	0	0	2	8	6	14 (88)	0,7	4,3
Innostavat uudistamaan opetusmenetelmiä	0	0	3	9	4	13 (82)	0,7	4,1
Auttavat toimimaan kehittäjänä työyhteisössä	0	0	5	10	1	11 (69)	0,6	3,8
Lähi+etäopetus oli kokonaisuus	0	0	1	11	4	15 (94)	0,5	4,2

Huom: f= frekvenssi; kh= keskihajonta; ka= keskiarvo

TAULUKKO 19 Ensimmäisen aallon 2. syklin laadullisen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Ilmiölähtöisyys Välineet Käyttökelpoisuus Aihekokonaisuudet	Tavoitteet
Kannustava ohjaus Avoin ilmapiiri Aktivoivat työtavat Valmiudet opettamiseen	Sisällöt
Opettaminen Kemia oppiaineena	Kouluttautumistarpeet

Koulutuksen *sisältöjä* arvioidessaan 94 % vastaajista (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,5; s=0,63) koki niiden vastanneen omia tavoitteita hyvin tai erittäin hyvin. Jokainen koulutukseen osallistunut oli sitä mieltä, että koulutuksen sisällöt olivat tärkeitä tai erittäin tärkeitä hänen oman työnsä kannalta (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,6; kh=0,5) ja sisältötiedot kemiassa olivat lisääntyneet paljon tai erittäin paljon 94 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,4; kh=0,6) mielestä. Vastaajat olivat sataprosenttisesti (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,8; s=0,5) myös sitä mieltä, että koulutuksen sisällöt ennakoivat tulevaisuuden tarpeita heidän työssään joko erittäin hyvin tai hyvin. Koulutuksessa olleisiin aihekokonaisuuksiin ja käytettyihin materiaaleihin oltiin pääosin tyytyväisiä. Koulutuksessa tehtyjä töitä pidettiin arkipäivään kytkeytyvinä, käytännönläheisinä ja mukavina to-

teuttaa. Koska tehdyissä töissä ei tarvittu monimutkaisia välineitä ja aineita, koettiin ne helpoiksi toteuttaa myös omassa työssä. Tämän lisäksi kaivattiin selkeitä ja yksiselitteisiä tehtäväpaketteja, joita voisi ottaa suoraan käyttöön opetuksessa.

Vastaajista 82 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,1; kh=0,7) arvioi koulutus-tapahtuman innostaneen häntä paljon tai erittäin paljon uudistamaan *opetusmenetelmiään*. 88 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,3; kh=0,7) vastaajista koki, että hänen opettajan ja oppimisen ohjaajan taitonsa vahvistuivat paljon tai erittäin paljon koulutuksen aikana. Kaikki vastaajat kokivat, että kouluttajat olivat asi-antuntijoita omalla alallaan ja he toimivat joustavasti ja vuorovaikutteisesti. 94 % (4 tai 5 mitta-asteikossa; ka=4,2; kh=0,5) vastaajista arvioi etä- ja lähiopiske-lun muodostaneen yhtenäisen kokonaisuuden ja etäopiskelun ohjaukseen vas-taajat olivat pääosin tyytyväisiä.

Kouluttautumistarpeitaan luokanopettajat pohtivat avoimissa vastauksis-sa. He kertoivat, ettei heillä ollut aiempaa koulutusta kemian opettamiseen. Ta-voitteena heillä tässä koulutuksessa olikin kehittää omaa ammattitaitoaan ja pätevyytään ja siten saada valmiuksia ja kokemusta erilaisesta tavasta opettaa kokeellisesti ja tutkimalla. Kemian tietojen ja taitojen päivitys oli tullut ajankoh-taiseksi, koska kemia oli tulossa opetettavaksi aineeksi peruskoulun 5. ja 6. luo-killä.

*02a14: Tarve kehittyä opettajana, uuden OPSin haasteet.*

Jotta tietoisuus kemian opettamisesta alakouluilla etenisi, osanottajat toivoivat, että tämäntyyppistä koulutusta järjestettäisiin niin, että kaikki 5. ja 6.luokkien opettajat voisivat osallistua niihin. Mutta samalla mukana oli myös epäily siitä, riittävätkö rahat opettajien kouluttamiseen ja mistä saadaan kouluttajia.

*02a07: Tehokkainta olisi, jos kouluttajat voisivat kouluttaa (iltapäivä) jo-kaisen koulun opettajat, että innostus syntyisi. Kuka maksaa? Kuka jaksaa kouluttaa sivutoimisesti?*

### **Päätelmiä tutkimustuloksista**

Luokanopettajat olivat hakeutuneet täydennyskoulutukseen tietoisina siitä, että kemia ja fysiikka tulevat olemaan opetettavia aineita peruskoulun 5. ja 6. luokil-la. Motivaatio koulutukseen osallistuneilla luokanopettajilla oli alusta asti kor-kealla. Tulosten mukaan koulutuksen sisällöt olivat olleet oikeaan osuneita ja tärkeitä opettajien työn kannalta ja ne ennakoivat heidän työtään tulevaisuu-nessa.

Vastauksista kävi selkeästi ilmi, että kouluttajien innostuneisuus ja käy-tännön kokemus sekä välitön, ihmistä ymmärtävä ilmapiiri ja keskusteleva oh-jaustapa innostivat koulutuksessa olleita opettajia omien opetusmenetelmien uudistamiseen. Omat taidot opettajana ja oppimisen ohjaajana olivat vahvistu-neet. Etä- ja lähiopiskelun koettiin muodostaneen yhtenäisen kokonaisuuden ja etäopiskelun ohjausta pidettiin onnistuneena.

Koulutuksesta opettajat kokivat saaneensa varmuutta ryhtyä opettamaan kemiaa koulussa niin, että siihen tulee mukaan tutkimuksellisuutta. Koulutuksessa olleisiin aihekokonaisuuksiin, käytettyihin materiaaleihin ja opetusmenetelmiin oltiin tyytyväisiä. Tehtyjä töitä pidettiin mukavina, käytännönläheisinä ja monipuolisina. Koska tehdyissä töissä ei tarvittu monimutkaisia välineitä ja aineita, koettiin ne helpoiksi toteuttaa myös omassa työssä.

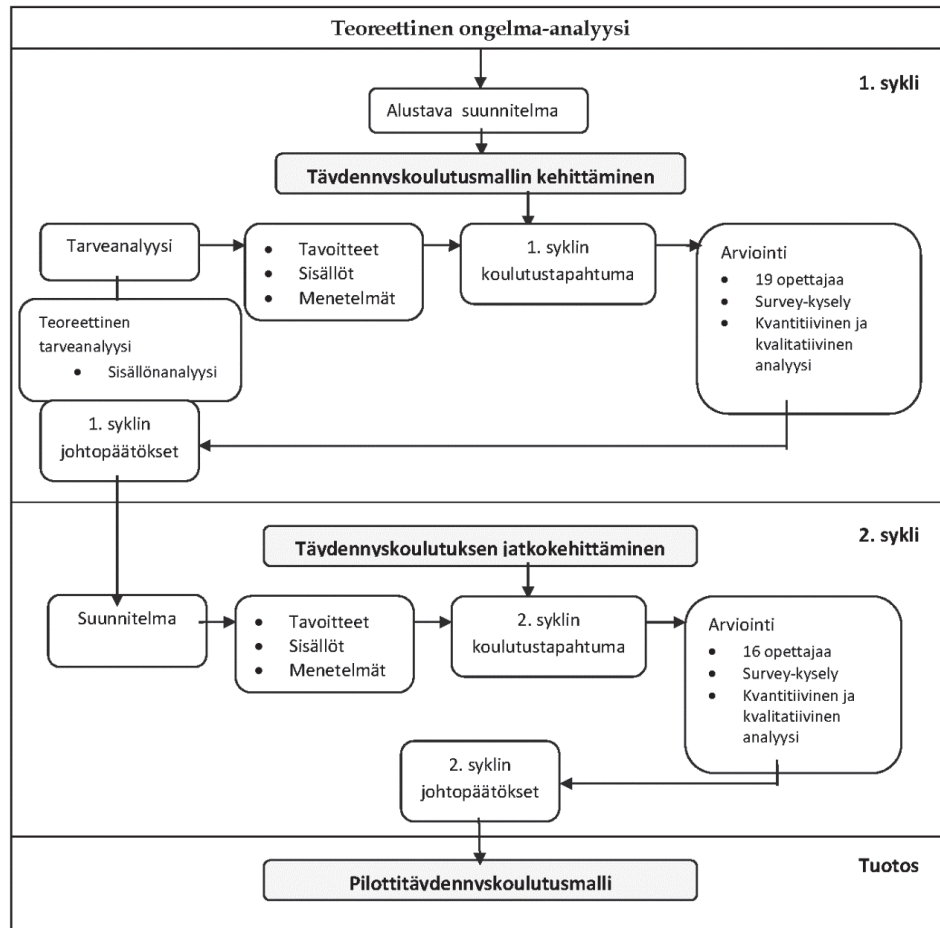
Epävarmuutta tunnettiin siitä, kuinka kunnat saadaan hankkimaan alakouluille kemian opetukseen tarvittavia välineitä. Opettajien kokemusten mukaan välineistö useimmilla kouluilla ei ole ajan tasalla. Opettajat eivät myöskään kokeneet edes olevansa selvillä siitä, mitä välineitä kemian opetukseen tarvitaan.

*02a15: Kaipaamateriaaliluettelo: perustarvikkeet, joilla pääsee syksyllä alkuun, että ei tarvitse hypätä kaupassa joka viikko. Se yksinkertaistaa lähestymistä kemian opetukseen.*

### **4.3 Kehittämistuotos: Pilottitäydennyskoulutusmalli ja täydennyskoulutuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä**

Tutkimuksen ensimmäisessä aallossa kehitettiin alustava, kemian kokeellista ja tutkimuksellista opettamista ala- ja yläluokilla tukeva pilottitäydennyskoulutusmalli tavoitteiden, sisältöjen ja työskentelytapojen osalta. Perustana oli *teoreettinen tieto kemiasta luonnontieteenä ja sen opetus tutkimuksellisuutta korostaen*. Toteutunutta kehittämistutkimustyötä olen kuvannut kuviossa 11 alkaen alustavasta suunnittelusta ja sen taustalla olevasta teoreettisesta ongelmanalyysistä päättyen kehittämistuotokseen eli pilottitäydennyskoulutusmalliin, josta kehitystyö jatkuu toisessa aallossa kohti varsinaista täydennyskoulutusmallia.





KUVIO 11 Ensimmäisen aallon kehittämistutkimus

### I. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 1. syklin toteutuksesta

Täydennyskoulutuksen alustava suunnittelutyö 1. syklissä sisälsi selvityksen tarvittavista asiantuntijoista ja resursseista sekä aikataulutuksen ja alustavien kehittämiskäytäntöjen laatimisen. Teoreettinen viitekehys muodostui teoriasta Kemia empiirisenä luonnontieteenä ja sen opettaminen (luku 2.2). Tämän pohjalta näkökulma siirtyi perinteisestä opettajajohtoisesta opetuksesta kohti tutkivaa ja kokeilevaa opetusta, mitä tukivat teoreettisen tarve-analyysin (luku 4.1.1) tulosten mukaan myös 2000-luvun vaihteen LUMA-talkoot.

Alustavan suunnitelman ja suoritetun teoreettisen tarveanalyysin pohjalta rakentui täydennyskoulutusohjelma, jossa tavoitteeksi asetettiin tarjota koulutuksessa sekä teoriaa että käytäntöä sopivassa suhteessa korostaen yhdessä tekemistä. Koulutuksessa kokeellisuuden ilmenemismuotoina olivat koulutettavien omakohtainen toiminta, laboratoriotyöskentely, demonstraatiot ja opintokäynnit. Pohdinnoille ja mielipiteiden vaihdolle muiden opettajien kanssa va-

rattiin aikaa (vrt. esim. Aroluoma 2001; Aksela & Juvonen 1999). Työskentelymenetelmät valittiin sellaisiksi, että niissä kokeelliseen työskentelyyn sisältyi monipuolisesti sekä taitoja harjaannuttavia että havainnointia, keksimistä, todentamista ja tutkimusta korostavia kokeellisia osioita (vrt. esim. Gott & Dugan 1995; Aksela & Juvonen 1999). Me suunnittelutyöryhmän jäsenet edustimme eri koulutustahoja: koulutussuunnittelija edusti täydennyskoulutusta, luokanopettaja alakoulua ja minä aineenopettajana yläkoulua. Täydennyskoulutuksessa mukana olleissa opettajissa oli sekä aineen- että luokanopettajia. Kehittämisyhteistyössä oli siten kehittämistutkimukselle tyypilliseen tapaan mukana monia yhteistyötahoja (vrt. Edelson 2006; 2002).

Täydennyskoulutuksen toteutuksen arviointiin osallistuivat kaikki 19 koulutuksessa ollutta. Tutkimustani varten keräsin aineiston survey-kyselylomakkeella, jossa mukana oli sekä suljettuja että avoimia osioita. Kyselylomake oli valmis opetushallituksen laatima standardikyselylomake (ks. liite 1), joka pääosin oli sopiva ja riittävä ensimmäisen syklin tutkimustiedon keräämiseen. Suljetuista kysymyksistä saatujen vastausten analysoinnin suoritin kvantitatiivisesti laskien frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja ja prosentuaalisia osuuksia. Laadullisen, avoimien vastausten muodostaman aineiston analysoin käyttäen teoriaohjaavaa sisällönanalyysia, jossa yläluokat toin tutkimukseen valmiina teoriasta johdetuista tutkimuskysymyksistä, mutta alaluokat muodostin aineistolähtöisesti alkuperäistä aineistoa aluksi redusoimalla pelkistetyiksi ilmaisuiksi ja sitten siitä edelleen ryhmittelemällä ne alaluokiksi. Aineiston analysointivaiheessa pyrin tekemään huolellista ja tarkkaa työtä tiedostaen sen vaikutuksen laadullisen sisällönanalyysin luotettavuuteen, uskottavuuteen sekä siirrettävyysominaisuuksiin (Tuomi & Sarajarvi 2011, 108–120).

**Kokoavasti** tutkimustuloksista voi todeta, että järjestetyn *täydennyskoulutuksen tavoitteiksi asetetut* kokeellisten opetusmenetelmien monipuolistaminen ja uudistaminen sekä yhdessä kokeileminen olivat opettajien kokemusten mukaan *tärkeitä* heidän työnsä kannalta ja ennakoivat heidän työtään tulevaisuudessa. Osallistujilla oli ollut mahdollisuus *yhdessä toimien* tutustua uusiin, *kokeellisiin opetusmenetelmiin* luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamisessa sekä harjoitella näiden menetelmien hallinnantaitoja. Luokanopettajien ja aineenopettajien mukanaolo samassa koulutuksessa oli osallistujien mukaan ollut rikastuttavaa ja ajatuksia herättävää. Tärkeä tutkimustulos oli myös se, että koulutuksen aikana *vallinnut rento, salliva ja avoin ilmapiiri sekä yhdessä tekemisen hauskuus ja ryhmäpohdintojen tärkeys* olivat olleet merkityksellisiä kokemuksia koulutuksen aikana. Vastaavia tuloksia on tullut esille myös esimerkiksi Aroluoman (2001) raportissa. Koulutus oli saanut opettajat myös pohtimaan kemian pedagogiikkaa ja sitä, että oppilaat pitäisi saada miettimään uteliaasti kemian ilmiöitä ja tekemään innostuneesti kokeita. Sitä kautta tutkimuksellinen opettaminen ja oppiminen tulisivat luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista ja motivaatio ainetta kohtaan viriäisi.

## II. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 2. syklin toteutuksesta

2. syklin täydennyskoulutusohjelma rakentui 1. syklin tuloksista tehtyjen johtopäätösten, aikaisemman tutkimustiedon ja kouluttajatyöryhmän ideoiden pohjalta. Tavoitteet saatoimme pitää samoina kuin 1. syklissä. Opettajille tarjottiin sekä teoriapohjaa että mahdollisuuksia harjoitella oppimaansa toisten kanssa yhdessä tekemällä. Pohdinnoille ja mielipiteiden vaihdolle muiden opettajien kanssa varattiin aikaa. Kokeellisuus sisältyi koulutukseen omakohtaisena toimintana, laboratoriotyöskentelynä, demonstraatioina ja opintokäynteinä. Uutena asiana otimme ajankohtaisuudesta johtuen tutustumisen juuri ilmestyneeseen opetussuunnitelman perusteiden luonnokseen (OPS luonnos 2002), joka antoi suuntaviivoja luokanopettajille alakoulun puolella aloitettavan kemian opiskelulle. Myös koulutuksen sisältöjä valittaessa huomioimme opetussuunnitelman perusteiden luonnoksen antamat suuntaviivat. Tällä kertaa koulutukseen osallistui vain luokanopettajia. Suunnittelutyöryhmä oli sama kuin 1. syklissä edustaen eri koulutustahoja (vrt. Edelson 2006; 2002).

Täydennyskoulutuksen arviointiin osallistuivat kaikki 16 koulutuksessa olutta luokanopettajaa. Tutkimusta varten keräsin aineiston survey-kyselylomakkeella, jossa oli sekä suljettuja että avoimia osioita. Kyselylomakkeen pohjana oli valmis opetushallituksen laatima standardikyselylomake, jota muutin tarpeitamme vastaavaksi (ks. liite 2). Tärkein muutos oli, että kun 1. syklin kyselyssä sisältöjen ja menetelmien lisäksi kiinnostus kohdistui koulutuksen tavoitteisiin ja niissä onnistumiseen, halusin 2. syklin kyselyssä saada tietoa osallistujilta erityisesti siitä, kuinka koulutuksen sisällöt ja käytetyt menetelmät vastasivat heidän omia tarpeitaan ja tavoitteitaan. Lisäksi erityisesti avoimen osion kysymyksissä pyydettiin opettajia kirjoittamaan kouluttautumistarpeistaan. Suljetuista kysymyksistä saatujen vastausten analysoinnin suoritin kvantitatiivisesti laskien frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja ja prosentuaalisia osuuksia. Laadullisen, avoimien vastausten muodostaman aineiston analysoin käyttäen teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä kuten 1. syklin arvioinnissakin.

**Kokoavasti** tutkimustuloksista voi todeta, että luokanopettajat olivat hakeutuneet täydennyskoulutukseen tietoisina siitä, että kemia ja fysiikka tulevat olemaan opetettavia aineita peruskoulun 5. ja 6. luokilla. *Motivaatio* koulutukseen osallistuneilla opettajilla oli korkealla heti alusta lähtien. Tulosten mukaan koulutuksen *sisällöt* vastasivat luokanopettajien tarpeita, *olivat tärkeitä* heidän työnsä kannalta ja *ennakoivat* heidän työtään tulevaisuudessa. Koulutus *innosti* opettajia niin, että he *jatkossa aikoivat uudistaa* opetusmenetelmiään sekä se *vahvisti* heidän taitojaan opettajina ja oppimisen ohjaajina. He kokivat saaneensa *varmuutta* ryhtyä opettamaan kemiaa koulussa. *Epävarmuutta* tunnettiin kuitenkin siitä, kuinka kouluille saadaan hankittua kemian opetukseen tarvittavia välineitä. Kouluttajien oma innostuneisuus ja hyvä tuntuma luokanopettajan työhön sekä *välitön, ihmistä ymmärtävä tunnelma ja keskusteleva tapa ohjata kuvastaa* vahvasti sisäistettyä rooliminaa ja oman persoonan kautta opetusta ja ohjausta. Tulosten mukaan opettajat kokivat tämän motivoivan heitä ottamaan tutkimuksellisuuden ja sen sisällä erityisesti kokeellisuuden opetusmenetelmäkseen myös omassa työssään.

### III. Pilottitydennyskoulutusmallin kehittämisprosessi

Ensimmäisen aallossa pilottitydennyskoulutusmallin kehittäminen ja toteutus kahdessa sykli:ssä ja niissä tehdyt tutkimukset osoittivat, että luokanopettajien motivaatio tutkimuksellisuuteen kemian opettamisessa oli saatu heraamaan, ja opetuksen sekä ohjauksen taidot olivat vahvistuneet. Koulutukset olivat olleet innostavia. Niihin valitut aihekokonaisuudet olivat olleet sekä arkipaivaan kytkeytyja että käytännönläheisiä. Käytetyt materiaalit ja menetelmät olivat tutkimuksen mukaan olleet oikeaan osuneita. Alla olevassa taulukossa 20 olen kuvannut kootusti pilottitydennyskoulutusmallin kaksisyklista kehittämisprosessia ensimmäisessä aallossa. Koulutusohjelmat ovat liitteinä 12 ja 14.

TAULUKKO 20 Pilottitydennyskoulutusmallin kehittämistoimintoja kahdessa mesosykli:ssä

<b>Ensimmäinen mesosykli</b>	
<b>Kemian tutkimuksellista opettamista ala- ja ylkouluilla tukeva täydennyskoulutus</b>	
<b>Alustava suunnitelma</b>	
<b>Resurssit ja kehittajat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnitteluryhmä: koulutussuunnittelija, aineen- ja luokanopettaja</li> <li>• tilat: yliopistokeskus ja AMK:n kemian laboratorio</li> <li>• kouluttajat ja kehittajat: tutkija-aineenopettaja ja luokanopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioinninantajaryhma: 24 peruskoulun opettajaa</li> <li>• yhteistyokumppanit: yliopistokeskus ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: kevät 2001–kesä 2002, koulutus kevät 2001</li> </ul>
<b>Tavoitteet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tarjota kokeellisten opetusmenetelmien hallinnan taitoja, jotka auttavat kokeellisten sovellusten käyttämistä kemian opetuksessa</li> <li>• monipuolistaa opetusmenetelmiä ja toimintatapoja</li> <li>• tarjota uusia kokeellisia menetelmiä luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen</li> <li>• saada kokeellinen opettaminen ja oppiminen luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista</li> </ul>
<b>Sisällöt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• luonnontieteelliseen tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• aineiden ja luonnonilmiöiden tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• opetussuunnitelmien kartoitusta eri luokka-asteilla</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• kokeellisten toiden tekemista luokkahuoneessa ja laboratoriossa</li> <li>• valmiisiin kemian tyokalupakkeihin tutustumista</li> <li>• kehittamishanke (liittyen omaan opetukseen ja itsensa kehittamiseen)</li> <li>• teollisuusvierailu</li> </ul>
<b>Tyoskentelytavat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ryhma- ja parityöskentelyä kokeellisesti</li> <li>• pohdintoja yhdessä</li> <li>• demonstraatioita ja luentoja</li> </ul>
<b>Ohjelma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 12</li> </ul>
<b>Tydennyskoulutuksesta saatu palaute</b>	
<b>Onnistumisia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tavoitteet olivat oikeaan osuneita</li> <li>• sisällöt (liite 11) vastasivat hyvin asetettuja tavoitteita</li> <li>• aihekokonaisuuksiin ja käytettyihin materiaaleihin sekä kokeellisuutta ja sen myötä tutkimuksellisuutta tuoviin menetelmiin oltiin tyytyväisiä</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• käytännönläheisyyteen ja monipuolisuuteen oltiin tyytyväisiä sekä siihen, että tehdyt laboratoriotyöt olivat uusia</li> <li>• toimintatavat aktivoivat tutkimuksellisuuteen</li> <li>• yhdessä toimiminen edesauttoi vinkkien ja ideoiden vaihtoa</li> <li>• kannustava ohjaus ja vapautunut tunnelma rohkaisivat kokeilemaan</li> <li>• etätehtävän tekeminen mahdollisti opitun kokeilun omassa työssä</li> <li>• ryhmäpohdinnat olivat tärkeitä</li> <li>• tekemällä oppiminen ja yhdessä tekeminen oli hauskaa</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kuinka saada alakoulun opettajia kohentamaan aineenhallintaa</li> <li>• kuinka ohjeistaa etätehtävän tekoa</li> </ul>
<b>Toinen mesosykli</b>  <b>Kemian tutkimuksellista opettamista yläkouluilla tukeva täydennyskoulutus</b>	
<i>Alustava suunnitelma</i>	
<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alustavan suunnitelman laatijat: tutkija-aineenopettaja ja luokanopettaja</li> <li>• tilat: yliopistokeskus ja AMK:n kemian laboratorio</li> <li>• kouluttajat ja kehittäjät: tutkija-aineenopettaja ja luokanopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioijaryhmä: 16 luokanopettajaa</li> <li>• yhteistyökumppanit: yliopistokeskus ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: kesä 2002–kesä 2003, koulutus kevät 2003</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samat kuin 1. syklissä</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kokeellista tutkimista ja oppimista</li> <li>• kokeellista kemiaa luokahuoneessa</li> <li>• keittiökemiaa</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• laitteistojen ja kemikaalien käyttöä</li> <li>• laboratoriotyöskentelyä ja kemiallisia kokeita</li> <li>• teollisuusvierailu</li> <li>• kemian työkalupakkeihin tutustumista</li> <li>• pienimuotoisen kehittämishankkeen tekeminen</li> <li>• opetussuunnitelmien kartoitusta eri luokka-asteilla</li> </ul>
<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellisuus, kokeellisuus ja ilmiökeskeisyys</li> <li>• laboratoriotyöskentelyä</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• käytäntöön soveltavaa tutkimuksellista opetusta kehittämishankkeen muodossa</li> <li>• ryhmä- ja parityöskentelyä</li> <li>• pohdintoja yhdessä</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 14</li> </ul>
<i>Täydennyskoulutuksesta saatu palaute</i>	
<i>Onnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koulutuksen sisällöt ennakoivat opettajien työtä tulevaisuudessa</li> <li>• aihekokonaisuudet, käytetyt materiaalit ja menetelmät tyydyttivät opettajien tarpeita</li> <li>• tehdyt työt olivat mukavia, käytännönläheisiä ja monipuolisia</li> <li>• kouluttajien innostuneisuus ja käytännön kokemus sekä välitön, ihmistä ymmärtävä ilmapiiri ja keskusteleva ohjaustapa innostivat opettajia omien opetusmenetelmiensä uudistamiseen</li> <li>• toimintatavat aktivoivat tutkimuksellisuuteen</li> <li>• taidot opettajana ja oppimisen ohjaajana vahvistuivat</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• miten järjestää oppimisympäristö, materiaaleja ja välineitä kemian tutkimuksellista opiskelua varten omalla koululla</li> </ul>

#### IV. Kehittämistutkimus ensimmäisessä aallossa

Koska kehittämistutkimuksen ensimmäisen aallon erityistavoitteena oli luoda alustava, kemian tutkimuksellista opettamista ala- ja yläluokilla tukeva täydennyskoulutusmalli tavoitteiden, sisältöjen ja työskentelytapojen osalta, olen jäsennellyt tutkimuksessa saadun aineiston seuraavan ryhmittelyn kautta:

1. ala- ja yläluokkien kemian tutkimukselliseen opettamiseen ohjaavalle täydennyskoulutukselle asetettuja tavoitteita (1. sykli)
2. alaluokkien kemian tutkimukselliseen opettamiseen ohjaavan täydennyskoulutuksen sisältöjä (1. ja 2. sykli)
3. kemian ja siihen liittyvien ilmiöiden tutkimuksellista opettamista tukevia opetusmenetelmiä ja toimintatapoja (1. ja 2 sykli)
4. luokanopettajien kemian tutkimukselliseen opettamiseen liittyviä kouluttautumistarpeita (2.sykli).

Seuraavassa teen koontia ensimmäisestä aallosta koko tutkimusta ohjaavien päätutkimuskysymysten mukaan ja tarkastelen niitä täydennyskoulutuksen kehittämisen näkökulmasta. Kehittämistutkimusta ohjasivat koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset:

- *Kehittämistuotos:* Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella?
- *Ongelma-analyysi:* Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle
- *Kehittämisprosessi:* Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämislle?

Taulukossa 21 olen esittänyt ensimmäisen aallon tutkimusaineiston pohjana olevan teemoittelun ja päätutkimuskysymysten välisen yhteyden.

#### Kehittämisprosessi

Koko prosessin alussa koulutussuunnittelija asetti raamit. Päävastuu suunnittelusta, kehittämisestä ja toteutuksesta puolestaan oli yhteisöllisesti kehittämis- ja kouluttajatyöparilla, johon kuului tutkijan lisäksi yksi luokanopettaja. He asettivat tavoitteet, määrittivät sisällöt ja toteutustavat. Ensimmäisessä syklissä peruskoulun aineen- ja luokanopettajaista ja toisessa syklissä pelkästään luokanopettajista muodostuneet ryhmät osallistuivat kehittämisprosessiin osallistamalla aktiivisesti koulutuksiin ja niiden aikana tapahtuneisiin ryhmäpohdintoihin sekä kehittämistuotosten arviointeihin kyselyihin vastaamalla.

TAULUKKO 21 Ensimmäisen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin

<b>Päätutkimuskysymykset</b>	<i>Kehittämisprosessi / kuka kehittää ja kuka arvioi tehtyä</i>	<i>Ongelma-analyysi / mitä uutta opetukseen</i>	<i>Kehittämistuotos / mitä ominaisuuksia</i>
<b>Teemoittelu</b>			
<i>Täydennyskoulutuksen tavoitteet</i>	koulutussuunnittelija, kehittämis- ja kouluttajatyöpari	kouluopetuksessa käytössä oleva pedagogiikka pohdittaviksi kuinka innostaa oppilaita	tavoitteet ennakoivat tulevaa omassa työssä innostavat uudenlaiseen tapaan opiskella
<i>Täydennyskoulutuksen sisällöt</i>	kehittämis- ja kouluttajatyöpari	etätehtävän kokeilu omalla koululla kokemuksen siirto omaan työhön valmiita tehtäväpaketteja	yleiset järjestelyt onnistuneet käytännönläheisyys monipuoliset tehtävät
<i>Opetusmenetelmät ja toimintatavat</i>	kehittämis- ja kouluttajatyöpari	opettajan rooli ilmapiirin merkitys työtavat (itse tekeminen, yhdessä pohtiminen, reflektointi, ideoiden vaihto)	motivoiva, innostava, rohkaiseva ja kannustava ilmapiiri keskusteleva ohjaustapa tutkimuksellisuus aktivoivat työtavat yhdessä tekeminen ja ryhmäpohdinnat
<i>Kouluttautumistarpeita</i>	koulutukseen osallistuneet aineen- ja luokanopettajat	oma varmuus kasvoi tarve kehittyä opettajana ja saada sisältö- ja välinetietoa tiedostui luokanopettajakollegat mukaan koulutukseen	aineenhallintaa lisää

### Ongelma-analyysi

Koulutukselle asetetut tavoitteet osoittautuivat tärkeiksi opettajille heidän oman työnsä kannalta. Täydennyskoulutuksen myötä he huomasivat oman pedagogisen pätevyytensä opettaa kemiaa joutuneen pohdinnan alle. Koulutuksessa opettajat kokivat saaneensa innostusta ja työkaluja toteuttaa koulussa tutkimuksellisia opetusmenetelmiä. Haasteena nähtiin olevan innovaation laaja-alaisen leviämisen mahdollisuudet erityisesti alakoulujen opettajien keskuudessa, eli kuinka ideoita uudelta tavasta opiskella kemiaa saada levitettyä luokanopettajille, jotta tutkimuksellisuudesta ja sen sisällä erityisesti kokeellisuudesta tulisi luonteva osa kemian opettamista alakouluilla.

Täydennyskoulutuksen sisältöjen opettajat kokivat ennakoivan heidän tulevaisuuden tarpeita opetustyössä. Vaikka koulutuksessa tehdyt työt olivat tuntuneet käytännönläheisiltä ja arkipäivään kytkeytyviltä sekä mukavilta toteuttaa, kaipasivat opettajat kaikesta huolimatta selkeitä ja yksiselitteisiä tehtäväpaketteja, joita voisi ottaa suoraan käyttöön opetuksessa.

Koulutustapahtuma oli ollut innostava: opettajilla heräsi halu ja tarve uudistaa omia opetusmenetelmiä. Yhdessä toimiminen oli edesauttanut ideoiden vaihtoa ja se rikasti oppimista. Käytetyt työtavat selkeästi aktivoivat tutkimuksellisuuteen ja tekemällä oppiminen koettiin hauskaksi. Etätehtävän tekeminen oli mahdollistanut opitun kokeilun omassa työssä.

Täydennyskoulutuksen myötä opettajat alkoivat pohtia aktiivisesti omaa tapaa opettaa kemiaa ja sitä, kuinka oppilas saataisiin miettimään uteliaasti kemian ilmiöitä ja tekemään innostuneesti kokeita. Sen kautta tutkimuksellinen opettaminen ja oppiminen tulisivat luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista. Motivaatio ainetta kohtaan viriäisi.

### **Kehittämistuotos**

Ensimmäisen aallon myötä kehitetty pilottitäydennyskoulutusmalli on tutkimustulosten mukaan ollut opettajia innostava, ja motivaatio tutkimuksellisen kemian opettamiseen oli saatu heräämään. Opetuksen ja ohjauksen taidot olivat vahvistuneet. Koulutukseen valitut aihekokonaisuudet olivat arkipäivään kytkeytyjä ja käytännönläheisiä. Käytetyt materiaalit ja menetelmät olivat olleet oikeaan osuneita. Töiden käytännönläheisyyttä ja monipuolisuutta sekä sitä, että tehdyt työt olivat uusia, pidettiin hyvänä. Teoreettista tietoa kemiasta luokanopettajilla ei kuitenkaan ole riittävästi kemian opettamiseen, joten aineenhallintaa pitää lisätä jatkossa koulutuksiin.

Koulutuksessa opettajien innostusta ja motivaatiota olivat lisänneet koulutuksen aikana vallinnut vapautunut ilmapiiri ja kannustava ohjaus sekä asioiden yhdessä tekeminen ja pohtiminen. Opettajat olivat rohkaistuneet kokeilemaan uutta ilman epäonnistumisen pelkoa. Näin ollen kouluttajien innostuneisuus ja käytännön kokemus tutkimuksellisesta opetustyöstä sekä välitön, ihmistä ymmärtävä ilmapiiri ja keskusteleva ohjaustapa olivat merkityksellisiä. Ne innostivat opettajia uudistamaan omia opetusmenetelmiä.

Kokonaisuutena *koulutuksen toteutustapaan* ja käytettyihin opetusmenetelmiin oltiin tyytyväisiä. Jatkossa kolmen opintoviikon koulutuksen ajoitusta kannattaa miettiä käytännön kannalta niin, ettei sama viikonpäivä osu koulutuspäiväksi useampaa kertaa, koska se hankaloittaa koululle jäävän oppilasryhmän opetusta. Etätehtävän tekemisen koettiin antavan mahdollisuuden kokeilla opittua omassa työssä; sen ohjeistuksen tulee olla selkeä.



## 5 TOINEN AALTO - KEMIAN OPETUKSEN HAASTEELLISUUS LUOKANOPETTAJILLE

Toisen aallon kolmisyklisen kehittämistutkimuksen pohjana oli ensimmäisen aallon kaksisyklisenä toteutettu kehittämisprosessi sekä sen myötä aikaansaatu kehittämistuotos eli pilottitäydennyskoulutusmalli. Päämääränä toisessa aallossa oli tuottaa luokanopettajille kemian opettamisen tueksi täydennyskoulutusmalli, joka lähtee luokanopettajien tarpeista ja perustuu opetussuunnitelman perusteissa esille nousseeseen tutkimuksellisuuteen opetuksessa (kuvio 12).

<b>Toinen aalto</b>		
<b>Kemian opetuksen haasteellisuus luokanopettajille (iteratiivisuus)</b>		
Luokanopettajille täydennyskoulutusmallin kehittäminen sykleittäin (vuosina 2005, 2006 ja 2008). Sykleissä 1. ja 3. tehtiin tarveanalyysi ja kaikissa kolmessa syklissä kehittämisprosessin kuvausta.		
1. sykli (2005): Koulutuksen sisällöt ja tavoitteet opettajan roolin kautta tutkimuksen kohteena → parannettu suunnitelma	2. sykli (2006): Oppijan rooli ja hänen ohjaus tutkimuksen erityiskohteena → uusittu suunnitelma	3. sykli (2008): Erityistutkimuskohteena luokanopettajien opetusvälinetarpeet kemiassa → täydennyskoulutuksen koulutusmalli (kehittämistuotos)

KUVIO 12 Toisen aallon toteutussuunnitelma

Ensimmäisessä syklissä (luku 5.1) luokanopettajille suunnattu kemian täydennyskoulutus järjestettiin helmikuussa 2005. Sitä edelsi tarveanalyysi ja koulutuksen alustava suunnittelu. Toteutuksen jälkeen tehtiin arviointi ja johtopäätökset jatkoa varten. 1. mesosyklissä oli siten kolmenlaisia mikrosyklejä: I) tarveanalyysi, II) luokanopettajan ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus sekä III) tutkimusaineiston keruu ja analysointi sekä saatujen tulosten pohdinta ja johtopäätösten teko.

Täydennyskoulutusmallin jatkokehittämisen eli toisen syklin (luku 5.2) vuoro oli syksyllä 2006, jolloin suunniteltiin ja toteutettiin täydennyskoulutus luokanopettajille edellisen koulutuksen johtopäätökset huomioiden. Se koostui kahdenlaisista mikrosykleistä: I) täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen ja toteutus sekä II) tutkimusaineiston keruu ja analysointi, kehitetyn koulutusmallin arviointi sekä saaduista tutkimustuloksista johtopäätösten teko. Erityisenä tutkimustehtävänä 1. ja 2. mesosyklissä olivat opettajan ja oppijan roolien tarkentaminen kemian tutkimuksellisessa opiskelussa.

Kolmannessa syklissä (luku 5.3) suunniteltiin ja toteutettiin vielä kolmas luokanopettajille suunnattu täydennyskoulutus vuonna 2008. Se sisälsi kolmenlaisia mikrosyklejä: I) tarveanalyysi, II) täydennyskoulutusmallin rakenteen tarkentaminen ja koulutuksen toteutus ja III) tutkimusaineiston keruu ja analysointi sekä kehitetyn koulutusmallin arviointi ja pohdinta. Erityisenä tutkimuksen ja kehittämisen kohteena 3. mesosyklissä olivat opetusvälineet ja -materiaalit peruskoulun alaluokkien fysiikan ja kemian opetuksessa.

Lopuksi (luku 5.4) tein koonnin toisesta aallosta ja hahmottelin luokanopettajille kemian opettamisen tueksi kehitetyn täydennyskoulutusmallin sekä tarkastelin täydennyskoulutuksen kehittämissuuntaa tutkimustulosten pohjalta.

Toisen aallon kehittämistutkimusta ohjasivat ensimmäisen aallon kehittämistutkimuksen tavoin koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset (ks. luku 1.2).

Täydennyskoulutuksen kehittämisen tarpeita ja mahdollisuuksia selvitettiin 1. ja 3. mesosyklin alussa tekemällä empiiriset tarveanalyysit, joita varten laadimme avoimia kysymyksiä sisältävän puolistrukturoidun alkukyselylomakkeen (liite 3). Kyselyihin vastasivat kaikki koulutuksiin osallistuneet luokanopettajat. Tutkimusta varten ryhmittelin saamani tutkimusaineiston kolmeen pääluokkaan käyttäen hyväksi seuraavaa teemoittelua:

1. Kemian luonne opettavana oppiaineena
2. Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
3. Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia ja haasteita

Saamani alkukyselyaineistot olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin (ks. luvut 5.1.1 ja 5.3.1) käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppi-vastauksia sekä poikkeavia vastauksia. Alustavan analysoinnin tuloksia käyimme heti täydennyskoulutuksen ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadintaan yhdessä muun tarveanalyysimateriaalin kanssa.

Kehittämistehtävänä toisessa aallossa oli iteratiivisesti sykleittäin toteutettavan täydennyskoulutuksen suunnittelu ja kokeilu käytännössä sekä lopullisen, luokanopettajille kemian opettamisen tueksi kehitettävä täydennyskoulutusmalli. Kunkin syklin täydennyskoulutuksen arviointia ja palautteen koontia varten koulutukseen osallistuneet opettajat vastasivat puolistrukturoituun kyselyyn aina koulutuksen päätteeksi. Näin suoritetuissa survey-tutkimuksissa saadut vastaukset luokittelin seuraaviin pääluokkiin:

1. Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja
2. Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa
3. Opettajan ja oppijan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Myös nämä tutkimusaineistot olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia.

Kehittämistutkimuskuvauksen puolestaan esitän Bellin ja kumppaneiden (2004) mukaisella kuvauksella kuvaillen kehittämistä vaihe vaiheelta ja pyrin perustelemaan kehittämispäätökset (ks. luvut 5.1.2, 5.2.1 ja 5.3.2). Luvussa 5.4 esitän kehittämistuoksen ja pohdin täydennyskoulutuksen kehittämissuuntaa saamieni tutkimustulosten pohjalta.

## **5.1 Mesosykli 1: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi**

Luokanopettajan täydennyskoulutuksen suunnitteluryhmässä oli lisäksi kaksi kemian aineenopettajaa ja yksi luokanopettaja, jotka yhtä aineenopettajaa lukuun ottamatta toimivat myös kouluttajina. Määritimme koulutuksen otsikoksi Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla: koulutusta luokanopettajille. Kohderyhmäksi valitsimme Kokkolan kaupungin sekä ruotsin- että suomenkielisten peruskoulujen 3.–6. luokkien opettajat. Ryhmän suuruudeksi kaavailimme aluksi 20 opettajaa, mutta suuren kysynnän vuoksi mukaan otettiin yhteensä 24 osallistujaa. Koulutus järjestettiin yhteistyössä Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön ja kaupungin sivistystoimen kanssa. Koulutuksen tavoitteena oli perehdyttää luokanopettajia peruskoulun alaluokilla vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden myötä tulleeeseen uuteen oppiaineeseen eli kemiaan ja sen opettamiseen sekä vastata kentällä heränneeseen täydennyskoulutuskysyntään.

Kun koulutusajankohta oli varmistunut, tein kehittämistutkimukselle tavanomaiseen tapaan tarveanalyysin (ks. luku 5.1.1), joka tutkimuksen tässä vaiheessa tarkoitti vuoden 2004 peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden tutkimuksellisuuteen liittyvää teoreettista tarveanalyysiä ja erillistä empiiristä tarveanalyysiä.

### **5.1.1 Teoreettinen ja empiirinen tarveanalyysi: OPS 2004, tutkiva ote opetuksessa ja täydennyskoulutusta luokanopettajille**

Toisen aallon tarveanalyysin perustana olivat ensimmäisen aallon myötä saadut tulokset (luku 4). Ne ohjasivat tekemään teoreettista tarveanalyysiä vuoden 2004 peruskoulun opetussuunnitelman perusteista näkökulmana tutkiva ote opetuksessa. Pohjatietoina käytin teoriaa niin tutkimuksellisesta lähestymistavasta opettamisesta kuin myös kemian opettamisesta luonnontieteenä (luku

2.2). Empiiristä tarveanalyysiä varten järjestin koulutukseen osallistuville alkukirjeen mukana survey-kyselyn (liite 3), josta saatua aineistoa käsittelin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin.

### **Opetussuunnitelman perusteet (2004) edellyttävät tutkimuksellista otetta opetukseen**

Koska Suomen peruskouluissa on noudatettava valtakunnallisia opetussuunnitelman perusteita, luovat ne perustan myös kemian opettamiselle, ja sieltä nousee myös niiden pohjana oleva oppimiskäsitys. Sen mukaan oppimisen nähdään olevan seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta, ja se riippuu oppijalle aiemmin rakentuneesta tiedosta ja hänen motivaatiostaan sekä oppimis- ja työskentelytavoistaan. Uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimiskohteina ovat oppimis- ja työskentelytavat, jotka ovat elinikäisen oppimisen välineitä. Koska oppiminen on tilannesidonnaisena, on myös oppimisympäristöön kiinnitettävä huomiota. Edellä kuvattu käsitys oppimisesta sisältää aineksia niin konstruktivistisesta kuin realistisestakin oppimiskäsityksestä. Näissä korostuu tutkimuksellisuus opetuksellisena lähestymistapana, ja lähtökohtana tulisi olla niin oppilaaseen kuin hänen elinympäristöönsä liittyvät havainnot ja ilmiöt sekä oppilaan aiemmat tiedot, taidot ja kokemukset. (Puolimatka 2004: 11–13; 2002: 41–44; Opetushallitus 2003; Opetushallitus 2004.)

*Konstruktivismi* kasvatuksen ja opetuksen teoriana painottaa toisaalta lapsen omaehtoista toimintaa tämän oman maailman luojana ja toisaalta kasvattajan tehtävää lapsen luontaisen kehityksen tukijana. Jotta opettaja onnistuu tukemaan kunkin oppilaan yksilöllistä oppimisprosessia, tulee hänen tuntee heidän tiedolliset rakenteet. Konstruktivistinen opetus painottaa oppilaiden oma-toimisuutta, yhteistoiminnallisuutta ja osallistumista opettajakeskeisten lähestymistapojen sijaan. Opettajan tehtävänä on tukea oppijan luontaista uteliaisuutta ja pyrkimystä itsenäisten tiedollisten ajatusrakennelmien luomiseen. Realistinen opetusmalli puolestaan edellyttää opettajalta etenkin alansa asiantuntijuutta oppilaantuntemuksen rinnalla. Opettaja siis tarvitsee sekä hermeneuttisia eli tulkinnallisia taitoja että realistista asiantuntemusta. Lisäksi hänen tulee järjestää oppimisympäristö sellaiseksi, että oppija pystyy rakentamaan käsityksen opittavasta asiasta vaihe vaiheelta yksinkertaisemmista ja perustavimmista käsityksistä kohti kehittyneempiä ja monimutkaisempia. Oppija on hyvä saattaa kosketuksiin todellisuuden kanssa, joten käytännössä toimiminen on olennainen osa oppimisprosessia. Harjoittelun ja toiminnan kautta oppija pystyy luomaan yhteyksiä uuden asian ja entisen käsityksensä välille. Opetuksen tarkoituksena on auttaa oppilasta rakentamaan merkityksiä, jotka vastaavat todellisuutta ja auttavat häntä toimimaan menestyksellisesti käytännössä. (Puolimatka 2002: 44, 291–327.)

Opettajan vastuulla on koulussa käytettävien työtapojen valinta. Hänen tehtäväksi on määritetty niin yksittäisen oppilaan kuin myös koko ryhmän oppimisen ja työskentelyn ohjaus sekä opetus. Opetussuunnitelman perusteiden (2004) yleisessä osassa opettajia ohjeistetaan monipuoliseen työtapojen käyttöön: *”Opetuksessa tulee käyttää oppiaineelle ominaisia menetelmiä ja monipuolisia työtapoja, joiden avulla tuetaan ja ohjataan oppilaan oppimista. Työtapojen tehtävänä*

on kehittää oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja, työskentelytaitoja ja sosiaalisia taitoja sekä aktiivista osallistumista.” Perusopetuksen kemian opetus suunnitelman perusteissa korostuu erityisesti tutkimuksellinen lähestymistapa, jonka perustana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Opetussuunnitelman mukaan kemian opetuksen tehtävänä on tiedonhankintaan ohjaamalla laajentaa tietämystä kemiasta ja auttaa ymmärtämään kemian merkityksen jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa.

Tutkimuksellista lähestymistapaa (inquiry) luonnontieteiden opetuksessa on toteutettu jo 1800-luvun puolivälistä lähtien. Kemian opetuksessa se nousi uudelleen varteenotettavaksi vaihtoehdoksi 1990-luvulla erityisesti siksi, että tutkimuksellisuuden nähtiin edistävän oppilaissa ymmärrystä tieteen luonteesta. Lisäksi tutkimuksellinen lähestymistapa on linjassa nykyisen oppimiskäsityksen kanssa. Vallitsevan konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppija nähdään aktiivisena toimijana ja sosiaalisessa ympäristössä merkityksiä tuottavana yksilönä (esim. Tynjälä, 1999). Tutkimuksellisen opetuksen tavoitteena voidaan pitää yksilöä, joka kykenee soveltamaan tieteellistä tietoa arkipäivän ongelmanratkaisuun ja päätöksentekoon.

### **Tutkimuksellinen lähestymistapa kuuluu kemian opettamiseen**

Tutkimuksellisuus kuuluu olennaisena osana kaikenlaiseen, mutta erityisesti luonnontieteiden opetukseen. Kemian opetuksessa se on noussut huomionarvoiseksi vaihtoehdoksi 1990-luvulla erityisesti siksi, että sen on havaittu edistävän oppilaissa ymmärrystä tieteen luonteesta. Väitöskirjan teoreettisena ongelma-analyysinä luvussa 2.2 olen kirjallisuuteen pohjaten selvittänyt, mitä erityistä tutkimuksellisuus tuo kemian opetukseen. Toisessa aallossa luokanopettajan täydennyskoulutuksen suunnittelussa halusimme nostaa sieltä erityisesti tarkastelun kohteeksi *opettajan tehtävät ja roolin* tutkimuksellisessa lähestymistavassa. Niin lapsen kuin aikuisen oppimista voidaan parhaimmillaan pitää *tutkimusprosessina*, joka ei perusluonteeltaan poikkea asiantuntijoiden tutkimusprosessista. Tuloksellinen toiminta tietotyöntekijänä edellyttää *hyvin kehittyneitä tiedonkäsittelytaitoja, kuten taitoa asettaa ongelmia, luoda ja etsiä ilmiöille selityksiä, luoda, etsiä ja kehitellä uusia kokonaisuuksia, verrata erilaisia käsityksiä, arvioida todistusaineistoa ja perusteluja sekä arvioida tietoa kriittisesti*. Edellä kerrottuun tapaan ymmärrettyä tutkivan oppimisen malli (vrt. Hakkarainen ym. 1999b) soveltuu erinomaisesti kemian opetuksen malliksi, kun vielä tärkeänä tekijänä otetaan mukaan tutkimuksellisuuteen kuuluvana *opettajan tarjoama opetuksellinen tuki*. Tällöin voidaan puhua ohjatusta tutkimusprosessista, jossa keskeisenä ajatuksena on omien ajatusten, ideoiden ja tulkintojen tuottaminen ja jakaminen yhteistä arviointia ja kehittelyä varten.

*Luonnontieteellisen ajattelutavan opettaminen on hyövä nostaa luonnontieteellisen tiedon opettamisen rinnalle*. Tätä ajatusta vietiin voimakkaasti eteenpäin jo 1990-luvulla, jolloin tutkimuksellisuuden nähtiin edistävän oppilaissa ymmärrystä tieteen luonteesta. Kemian ja yleisemminkin luonnontieteiden opetuksesta ja niiden päämääristä on esimerkiksi Maija Ahtee (1990, 25) nostanut esille kaksi tärkeää asiaa: 1) oppilaille on pyrittävä antamaan sellaiset tiedot ja taidot, että

he niiden avulla voivat parhaiten sopeutua ja selviytyä tietoyhteiskunnassa ja 2) oppilaiden on pystyttävä arvioimaan tietoa kriittisesti ja jopa saavutettava valmiudet luoda uutta tietoa. Pelkkä tulosten tunteminen ei johda luonnontieteellisen tiedon ymmärtämiseen, vaan on tunnettava myös prosessit, joilla luonnontieteellistä tietoa on saatu ja saadaan. Tutkimuksellisuus kemian opetuksessa voi tarkoittaa toki monia asioita. Yleensä se kuitenkin sisältää kokeellista työskentelyä, ja Meisalon (1990, 13–19) mukaan onkin tärkeää huomioida kemiaa opettaessa luonnontieteille tyypillisten *kokeellisten työtapojen laaja hyväksikäyttö*, jotta oppilaiden ja luonnon välinen yhteys rakentuu toimivaksi.

Opettajan tehtävänä käytännön opetustyössä on Puolimatkan (2002, 262) esittämän kiteytyksen mukaan rakentaa ongelmatilanteita ja motivoida oppilaita kyseenalaistamaan, tutkimaan ja kokeilemaan sekä löytämään tietoa. Opettaja voi antaa esimerkkejä, joiden parissa oppilaat työskentelevät löytääkseen asioiden välisiä yhteyksiä. Opettaja voi esittää oppilaille mielenkiintoisia kysymyksiä: Miksi liekki sammuu, kun se peitetään astialla? Sen sijaan, että opettaja selittäisi ilmiöihin liittyvät periaatteet oppilaille, hän antaakin heille asiaankuuluvat välineet ja rohkaisee heitä tekemään havaintoja, muodostamaan hypoteeseja ja testaamaan tuloksia. Opettajan tehtävänä on auttaa ongelman ratkaisemisessa tekemällä johdattelevia kysymyksiä ja antamalla palautetta oppilaiden erilaisista ratkaisuyrityksistä.

Luonnontieteiden tutkimuksen keskeinen perusta myös Ahteen ja Sahlbergin (1990: 39–45) mukaan on, että jokainen uskomus, hypoteesi ja malli tulee asettaa kyseenalaiseksi ja pyrkiä testaamaan kokeellisesti. Näin on hyvä tehdä myös luonnontieteiden opetuksessa, sillä tämä on tapa opettaa ajattelemaan kriittisesti. Kokeellisuus on ollut kemian kouluopetuksen perustana Suomen opetussuunnitelmien perusteissa erityisesti vuodesta 1994 alkaen ja on sitä edelleenkin sisältyen tutkimuksellisuuteen. Nykyisin sitä korostetaan oleellisena lähestymistapana alakoulusta lähtien. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan (Opetushallitus 2004) tavoitteena kemiassa esimerkiksi vuosiluokilla 5–6 on, että ”*oppilas oppii*

1. *tekemään havaintoja ja mittauksia, etsimään tietoa tutkittavasta kohteesta sekä pohtimaan tiedon luotettavuutta*
2. *tekemään johtopäätöksiä havainnoistaan ja mittauksistaan sekä tunnistamaan luonnonilmiöihin ja kappaleiden ominaisuuksiin liittyviä syy-seuraussuhteita*
3. *tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita, joissa selvitetään ilmiöiden, eliöiden, aineiden ja kappaleiden ominaisuuksia sekä niiden välisiä riippuvuuksia*
4. *käyttämään luonnontieteellisen tiedon kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa kemian alaan kuuluvia käsitteitä.”*

**Yhteenvetona** tehdystä teoreettisesta tarveanalyysistä voi todeta, että vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet edellyttävät tutkimuksellista lähestymistapaa. Tutkimuksellisuus kemian opetuksessa voi tarkoittaa monia asioita. Yleensä se kuitenkin sisältää myös kokeellista työskentelyä. Oppimisen nähdään riippuvan oppijan aiemmin rakentuneesta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis-

ja työskentelytavoista. Opettaja siis tarvitsee sekä hermeneuttisia eli tulkinnallisia taitoja että realistista asiantuntemusta. Tutkimuksellisessa opiskelussa korostuu opettajan antama ohjaus ja opetuksellinen tuki. Oppiminen vaatii aikaa niin, että sekä tiedot että taidot ja luonnontieteellinen ajattelutapa voisivat kehittyä. Tarvitaan myös omakohtaista harjoittelua ja monipuolisia tutkimuksellisuutta korostavia työtapoja sekä oppilastöitä, joissa avoimuuden astetta voidaan vaihdella ongelman, välineiden, menetelmän ja tulosten käsittelyn suhteen. Lisäksi opettajan tehtävä on järjestää oppimisympäristö sellaiseksi, että oppija pystyy rakentamaan käsityksen opittavasta asiasta vaihe vaiheelta yksinkertaisemmista ja perustavimmista käsityksistä kohti kehittyneempiä ja monimutkaisempia. Nämä haasteet ja mahdollisuudet luovat perustan tutkimuksellisuudelle kemian opettamisessa.

### **Empiirinen tarveanalyysi**

Vuoden 2005 alussa lähetimme sähköpostitse täydennyskoulutukseen valituille 24 luokanopettajille aloituskirjeen (liite 3), joka sisälsi survey-kyselylomakkeen. Kyselyssä pyysimme heitä kertomaan omista lähtökohdistaan opettaa kemiaa ja odotuksistaan tulevalle koulutukselle. He palauttivat vastauksensa sähköpostitse joko niin, että he olivat vastanneet suoraan esitettyihin kysymyksiin tai kertonut vapaasti omin sanoin kysytyistä asioista. Kyselylomakkeen laadinnassa käytimme apuna edellä esitettyä opetussuunnitelman perusteista tehtyä, tutkimukselliseen opiskeluun liittyvää sisällönanalyysiä, aikaisempaa tietämystä kemian opettamisesta ja tutkivasta otteesta opettamisessa sekä suunnitteluryhmän jäsenten aikaisempia kokemuksia ja tutkimustuloksia ensimmäisen aallon koulutusten järjestämisestä (ks. luku 4). Saamani laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Tutkimustuloksia käytimme täydennyskoulutuspäivän ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadintaan.

Alkukartoituksen avokysymykset laadimme kehittämistutkimuksen tutkimuskysymysten pohjalta teemoittain, ja näin muodostunutta kyselyrunkoa (Alasuutari 2001, 72–172) käytin apuvälineenä aineiston analysoinnin teema-  
luokittelussa kolmeen yläluokkaan: 1) Kemian luonne opetettavana oppiaineena, 2) Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet ja 3) Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia. Taulukossa 22 esitän laadullisen teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla saadut tulokset opettajien valmiuksista opettaa kemiaa alkutilanteessa ennen koulutusta.

TAULUKKO 22 Toisen aallon 1. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Teoreettisuus Kokeellisuus Tutkimuksellisuus	Kemian luonne opetettavana oppiaineena
Oma kokemus Substanssiosaaminen Oppimisympäristö Tutkimuksellisuus opettamisessa	Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
Toimintatavat Sisällöt Tavoitteet	Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia

Seuraavassa käyn läpi saamiani tuloksia pääluokittain. Mukaan olen liittänyt myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista kuvaamaan tarkemmin yläluokkien sisältöjä. Lopuksi teen koko tarveanalyysiä koskevat päätelmät.

Tutkimukseen osallistuneet luokanopettajat luonnehtivat *kemiaa oppiaineena* kiinnostavaksi, mielenkiintoiseksi ja haastavaksi, mutta ei toki aina kaikkia houkuttelevaksi. Ne opettajat, jotka olivat jo koulussa ehtineet sitä itsekin opettaa, tiesivät, että oppilaat pitävät kokeiden teosta. Kemia oppiaineena motivoi myös opettajaa.

*ope21: "Oppilaat kokevat aineen mielenkiintoiseksi. Opettajastakin sitä on antoisaa opettaa. Sitä antoisammaksi se (kemian opetus) tulee, mitä enemmän sitä taitaa itse."*

Ennakkokäsityksinään opettajat esittivät, että kemiaa oppii kokeilemalla, tekemällä, tutkimalla, lukemalla ja päättelemällä. Erityisesti he korostivat asioiden yhdessä pohtimisen tärkeyttä laboratoriotyöskentelyn jälkeen. Heidän kokeuksensa mukaan oppilaat voi saada innostuneiksi ja motivoituneiksi oppimaan kemian ilmiöitä ja ilmiöistä, kun opettajalla itsellään on tarvittavat tiedot ja taidot, ja koulun resurssit/materiaalit ovat kunnossa. Toisaalta opettajat korostivat vastauksissaan myös sitä, että aiheet tulee ottaa läheltä lapsen arkielämää ja oppilaiden tulee opettajan ohjauksessa itse päästä kokeilemaan, tutki- maan ja pohtimaan asioita yhdessä.

*ope14: "Har aldrig själv undervisat kemi. ..under auskulteringen på PF fick lite grunder och tips till enkla experiment angående vardagliga "fenomen". Upplever kemi som intressant bara man inte gör det för svårt. Jag anser att man bäst lär sig kemi genom enkla och klara experiment."*

Tutkimuksellinen kemian opetus koettiin haasteelliseksi. Suurin osa koulutukseen osallistuneista luokanopettajista kertoi opiskelleensa kemiaa viimeksi lukiossa ja omat tiedot ja taidot kemiasta koettiin hyvin puutteellisiksi ja hatariksi. Parhaiten muistui mieleen ne kokemukset, joissa oli itse päässyt tekemään jota-



kin. Hyvin paljon oli epätietoisuutta myös siitä, mitä uusi opetussuunnitelma edellytti opetettavaksi kemiasta alakoulussa.

*ope3: "Ei ole minkäänlaista pohjaa, olen unohtanut kaikki. Ehkä perusaineiden lyhennykset löytyy jostain jos tarkemmin asiaa ajattelee."*

*ope19: "Mielestäni tiedän asioita, mutta välttämättä en tiedä ovatko ne niitä asioita, joita juuri uuden opetussuunnitelman myötä tarvitaan. Perinpohjainen tutustuminen kemian OPSiin on tarpeen."*

Ne opettajat, jotka olivat jo ehtineet hieman kokeilla kemian opettamista omassa työssään lähinnä 5-luokkalaisten kanssa, olivat havainneet, että kouluilta ei juuri löydy välineitä kokeiden tekemiseen, mutta kokeiden teko oli onnistunut hyvin yksinkertaisilla, kotoa tuoduilla välineillä. Eikä alakouluilla ole mitään erityisiä opetustiloja kemian opetukseen.

*Täydennyskoulutukseen liittyvistä odotuksista* akuuteimmaksi ja tärkeimmäksi koulutuksessa huomioitavaksi asiaksi opettajat nostivat sen, että koulutuksessa tuotaisiin esille opetussuunnitelman perusteiden mukanaan tuomat vaatimukset ja haasteet sekä sen sisällöt suhteessa käytettävissä olevaan opetus aikaan ja kuinka voisi opettaa kemiaa tässä viitekehyksessä mahdollisimman paljon tekemällä konkreettisesti kokeita. Opettajat toivoivat saavansa paljon vinkkejä ja kokemusperäistä tietoa sekä oppimateriaaleista että helposti hankittavista välineistä, joilla kokeita voisi tehdä alakoululaisten kanssa. Muussa tapauksessa he uskoivat kokeellisuuden jäävän väliin ja opiskelun tapahtuvan kirjasta lukemalla ja tehtäväkirjaa täyttämällä. Opettajat pelkäsivät "menevänsä yläluokkien opetuksen tontille" ja alkavansa opettaa liian korkealta tasolta, eivätkä oppilaat ymmärrä opetettavaa.

*ope8: "Vinkkejä, vinkkejä.. Jos kokeiden tekeminen vaatii paljon esivalmistelua ja monia erikseen hankittavia välineitä, väliin jättäminen on todennäköistä. Siis helppous ja yksinkertaisuus opittavan asian siitä kuitenkin kärsimättä on tärkeää vinkkien toteuttamisen kannalta."*

### **Päätelmiä tutkimustuloksista**

Tutkimustulosten mukaan tärkeimpiä osatekijöitä tutkivassa opettamisessa ovat kokeilu, itse tekeminen ja ajattelu. Kemialle, joka on empiirinen luonnontiede, on luonteenomaista erilaisten konkreettisten kokeiden tekeminen, ja tutkimuksellisuus sopii erinomaisesti sen opettamiseen. Saadut tulokset noudattavat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) esille tuotua oppimiskäsitystä ja ovat linjassa myös Kemian opetus tänään -tutkimustulosten kanssa (ks. Aksela & Juvonen 1999, 15–21). Huomioitavaa on, että oppilaat tarvitsevat tutkimuksellisessa opiskelussa opettajan ohjausta, harjoittelua, tarpeeksi aikaa sekä myös monipuolisia kokeellisuuden työtapoja. Keskustelu ja yhdessä pohdinta ovat tärkeitä sekä ennen tutkimuksen tekoa että sen jälkeen. Tutkimuksellisuuden ottamiseen opetukseen luokanopettajat kokivat tarvitsevansa ohjausta ja itse kokeilua sekä tietoa kemiasta oppiaineena.

Edellä kuvatut empiirisen tarveanalyysin tulokset yhdistettynä teoreettiseen tietoon ja opetussuunnitelman perusteisiin loivat pohjan koulutusohjelman suunnittelulle. Käytännön tasolla ensimmäisen syklin koulutuksen keskiöön nostimme alakoulun kemian sisällöt ja työtavat näkökulmana opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa.

### **5.1.2 Kehittämisprosessi 1: Luokanopettajan ensimmäisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus**

Luokanopettajille suunnatun Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla - täydennyskoulutuksen 1. syklin koulutuspäivän ohjelman (liite 15) rakensimme edellä kuvatun tarveanalyysin pohjalta. Suunnittelussa huomioitiin myös kehittämistutkimuksen käytettävyyšnäkökulma (Edelson 2006; 2002). Aamupäivällä kävimme aluksi luentoja ja keskustelujen kautta läpi opetussuunnitelman perusteita ja sieltä nousevaa oppimiskäsitystä, kemiaa empiirisenä luonnontieteenä sekä haasteita, joita tutkimuksellinen lähestymistapa tuo tullessaan opettamiseen ja oppimiseen.

Työskentely laboratorioissa käynnistyi suunniteltujen kokeellisten kemian töiden (liite 16) parissa jo ennen lounasta. Luokanopettajat tekivät niitä itse ja samalla pohtivat kemiallisia ilmiöitä ja sitä, kuinka työt sopivat omaan luokkaan vietäviksi. Suunnitteluryhmä oli valinnut kemian opetussuunnitelman pohjalta 10 sellaista työtä, jotka kattoivat kemian aihepiirit ja lisäksi ne erosivat sekä avoimuutensa että tarkoituseriensä pohjalta hyvin paljon toisistaan. Koska ohjaajia oli koulutustapahtumassa mukana useita, oli mahdollista antaa henkilökohtaista asiantuntija-apua ja käydä pohdintoja ja keskusteluja laboratorio-tutkimuksia tekevien opettajien kanssa koko ajan heidän tehdessään käytännön töitä. Opettajat kävivät myös keskenään hyvin vilkasta keskustelua. Koska koulutus tapahtui laboratorioympäristössä, antoi tämä opettajille myös tilaisuuden päästä tutustumaan erilaisiin laboratoriovälineisiin autenttisessa tilassa.

Varsinaisen koulutustapahtuman aikana tapahtui osallistuvaa havainnointia, sillä minä ja muut ohjaajat teimme havaintoja tapahtumista ja toiminnoista koko ajan. Koulutuspäivän päätteeksi käyty ryhmäkeskustelu rakentui näiden havaintojen sekä koulutuksessa olleiden opettajien esille nostamien asioiden ympärille.

### **5.1.3 Luokanopettajan täydennyskoulutuksen ensimmäisen toteutuksen arviointi**

Tutkimusta ja samalla toteutetun täydennyskoulutuksen kehittämisprosessin ja tuotoksen arviointia varten kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti koulutuksen päätteeksi suoritettu puolistrukturoitu survey-kysely (liite 5), johon vastasivat koulutuspäivän päätteeksi kaikki 24 mukana ollutta opettajaa. Kyselylomakkeen avokysymykset olimme laatineet teemoittain kehittämistutkimuksen toisen aallon kehittämistehtävän pohjalta. Kyselyrunkoa (vrt. Alasuutari 2001, 72–172) käytin apuvälineenä aineiston analysoinnin teema-luokittelussa. Laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin

keinoin (taulukko 23). Täydentävää tutkimusaineistoa sain tehdystä osallistuvasta havainnoinnista sekä koulutuspäivän lopussa käydystä ryhmäkeskustelusta. Tätä aineistoa olen käyttänyt lähinnä kyselyillä saatujen tietojen tarkentamiseen. Tutkimusaineiston olen luokitellut seuraavien pääteemojen mukaan: 1) Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja, 2) Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa ja 3) Opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa.

TAULUKKO 23 Toisen aallon 1. syklin koulutustapahtuman laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Oppimisympäristö Ilmapiiri Ohjaajan rooli Työtavat Teorian osuus	Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja
Ohjaajan rooli Työtavat Opetusmateriaali	Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa
Motivointi Ohjaus Opetus Organisointi Ilmapiirin luonti ja ylläpito	Opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Seuraavassa käyn läpi tuloksia teemaluokittain. Teemaluokkien sisältöjä kuvaamaan olen liittännyt mukaan myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista. Lopuksi teen koonnin ensimmäisen syklin koulutuksesta ja johtopäätökset jatkoa varten.

Tutkimukseni mukaan luokanopettajat olivat tyytyväisiä *koulutustapahtuman järjestelyratkaisuihin*. Erityisesti he olivat tyytyväisiä siitä, että käytännön laboroinnit voitiin tehdä autenttisessa kemian laboratoriossa, joka sinänsä jo on innostava oppimisympäristönä. Aikataulua he pitivät sopivana. Yhdessä tekeminen ja asioiden pohdinta toi heidän mielestään koulutukseen positiivisen lisän. Opettajat kokivat ilmapiirin koulutuksen aikana olleen hyvän ja monen mielestä saadun kannustuksen ja innostuksen myötä rohkeus kokeilla eri asioita oli kasvanut.

*ope 3: "Intressant dag. Nu vågar man ta det första steget och börja utföra experiment i klassen!"*

*ope 4: "Kiva, että oli paljon erilaisia kokeita tehtävänä, helposti toteutettavina, työssä käyttökelpoisia! Mukava tavata muita ja jutella."*

Tarveanalyysin yhteydessä tehdyssä alkukyselyn tuloksena oli käynyt ilmi, että opettajilla oli tarve päästä tutustumaan siihen, mitä opetussuunnitelmasta löytyy liittyen tutkimukselliseen opiskeluun ja kemian osuuteen. Tästä syystä aloi-

timme täydennyskoulutuspäivän lyhyellä luennolla, joka käsitteli tätä aihetta. Tämä tapamme toimia jakoi vastaajien mielipiteitä. Osa jopa koki aamupäivän annin jääneen kevyeksi.

*ope 19: "OPSia olisi voinut käydä ehkä toisella tavalla läpi – opet mieltimään, mitä tehdään – "ideariihä", muuten hyvä (koulutus)!"*

Täydennyskoulutuksen sisältöjä ja käytettyjä työtapoja opettajat pitivät monipuolisin ja vaihtelevina. Suurin osa kurssilla tehdyistä laboratorio- tai tutkimustöistä sopi tutkittavien käsityksen mukaan suoraan oppilaiden kanssa tehtäväksi koululuokissa. Opettajat kertoivat myös oivaltaneensa koulutuksessa saamiensa kokemusten perusteella, että töistä tulee ehtiä keskustella oppilaiden kanssa ja tehdä johtopäätöksiä yhdessä. Kurssilla tehdyt työt olivat heidän käsityksensä mukaan olleet vaihtelevia myös tehtävänannon avoimuuden suhteen. Epävarmuutta he ilmaisivat kokevansa erityisesti avointen tehtävien ohjaamisessa. Heidän käsityksensä mukaan he itse olisivat tarvinneet enemmän konkreettisia neuvoja. Toisaalta he kokivat olevansa epävarmoja myös siitä, minkälaisia avoimia tutkimustehtäviä oppilaiden kanssa voisi ottaa tehtäväksi. Suljetut eli reseptimäisesti ohjatut tehtävät tuntuivat heistä tutuilta ja turvallisilta; tarkkaan ohjetta noudattaen kun tietää pääsevänsä oikeaan lopputulokseen. Opettajat uskoivat lastenkin kaipaavan selkeitä työohjeita.

*ope 8: "...tehtäviin (tarvitaan) täsmälliset ohjeet, mahd. valmiit monisteet, joita oppilaat voisivat suoraan käyttää."*

*ope 2: "Olisin kaivannut enemmän ohjausta. Aihe (avoin tehtävä) itselle on outo ja konkreettisia neuvoja olisin kaivannut."*

Erittäin selkeästi tutkimuksessa kävi ilmi opetuksen suunnittelun tärkeys. Tutkittavien käsityksen mukaan kemian tunnille meno ilman etukäteisvalmisteluja olisi mahdotonta, jos halusi opetuksen olevan tutkivaa ja kokeilevaa. Opettajat kokivat olevansa epä tietoisia siitä, miten he saisivat työympäristön kemialle sopivaksi, sillä heidän käsityksensä mukaan oppiainetta kohtaan syntyvän motivaation kannalta oppimisympäristö merkitsee paljon. Kouluilla olevien kemiallisten kokeiden tekoon vaadittavien välineiden puutteen, mukaan lukien turvallisuusasiat, he kokivat hyvin akuutiksi ongelmaksi. Kuitenkin opettajilla oli selkeä näkemys, että oppimisympäristön varustaminen sopivaksi on mahdollista aikaa myöten, kunhan oma tietämys lisääntyy.

*Opettajan roolin tutkimuksellisessa opiskelussa* tutkittavat kokivat hyvin moninaiseksi ja vaativaksi. Heidän mukaansa opettajan tulee hallita opetettava kokonaisuus sekä luoda rohkaiseva ja turvallinen oppimisympäristö. Hänen tehtävänään on saada mielenkiinto heräämään aihetta kohtaan. Tutkimuksellisen opiskelun aikana opettajan tehtävänä tutkittavien mukaan on tukea, neuvoa, motivoida ja ohjata kutakin oppilasta tämän tarpeiden mukaan. Opettajan tulee siis olla tutkimustilanteessa ajan hermolla koko ajan. Vaikka tutkittavat korostivatkin oppilaan aktiivista roolia, ei se kuitenkaan heidän käsityksensä mukaan

tarkoita sitä, että opettaja voisi vetäytyä taka-alalle, vaan hänen on pidettävä ohjat käsissään. Opettajan tehtäväksi ohjaajana viime kädessä jäisi pitää huolta myös siitä, että teoria ja käytäntö kohtaavat. Koulutuksen aikana käydyissä keskusteluissa nousi esille tarve päästä harjoittelemaan tutkimuksellista opiskelua oppilaiden kanssa.

*ope 7: "(Opettajan tulee) omata tietotaitoinen opetettavasta kokonaisuudesta, luoda rohkaiseva ja turvallinen oppimisympäristö, tukea, neuvoa ja ohjata kutakin oppilasta tarpeen mukaan, "pysyä tilanteen tasalla"."*

*ope 13: "Att förbereda och att ge begrepp och materialkännedom som krävs samt hjälpa under laboration, att garantera säkerhet samt knyta ihop de lärda. Att inspirera."*

**Kootusti** tässä syklissä saamieni tutkimustulosten perusteella voi todeta, että edellä kuvattuun tapaan järjestetty koulutus oli opettajien käsityksen mukaan ollut heille merkityksellinen kokemus. Se oli antanut heille lisävarmuutta ja rohkeutta, jotta he voivat tarttua kokeellisiin tehtäviin omassakin työssä. Samoin heille oli alkanut hahmottua opettajan rooli tutkimuksellisen opiskelun ohjaajana ja mahdollistajana. Heille oli selkiintynyt, että kokeiden tekeminen yksistään ei saa aikaan oppimista, vaan keskustelu ja yhdessä pohdinta opettajan ohjauksessa ovat tärkeitä sekä ennen että jälkeen kokeellisen työn opittavan asian liittämiseksi aikaisempaan teoriaan ja selityksiin. Tätä tukevat myös aikaisemmat tutkimukset, joiden mukaan opettajan tehtävä on ottaa arkiteoria oppilaiden kanssa puheeksi, jotta hän voisi tukea heidän käsitteellistä muutostaan. Jotta opiskelu olisi myös tehokasta, tulisi onnistua yhdistämään innostuneisuus, kokemuksellisuus ja pohdiskelu, jotta kehittyminen on mahdollista (ks. esim. Aksela & Juvonen 1999, 19–21; Hakkarainen ym. 1999, 175–205). Täydennyskoulutukseen osallistuneilta opettajilta tuli selkeä viesti, että jatkokoulutukselle olisi tarvetta. Tällöin erityisesti he halusivat kiinnitettävän huomiota oppilaan osuuteen tutkimuksellisessa opiskelussa.

## 5.2 Mesosykli 2: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen jatkokehittäminen, toteutus ja arviointi

Toisen aallon 1. mesosyklin täydennyskoulutuksen järjestänyt työryhmä päätti heti keväällä 2005 ryhtyä suunnittelemaan jatkokoulutusta samalle ryhmälle koulutuksessa mukana olleiden luokanopettajien antaman palautteen ja kehittämisideoiden sekä tutkimustulosten pohjalta.

Edellisessä luvussa kuvatusta täydennyskoulutuksesta tehty tutkimus osoitti, että tutkimuksellisuus ja erityisesti kokeellisuus teorian tasolla on kyllä luokanopettajien tiedossa, mutta sen ottaminen käyttöön oppilaiden kanssa koettiin haasteelliseksi ja vaikeaksi. Mitä avoimemmista tutkimustehtävistä oli kyse, sitä epävarmemmiksi opettajat kokivat itsensä. Tästä syystä koulutuksen

suunnitteluryhmä päätyi esitykseen, että jatkotäydennyskoulutustilaisuuteen tullessaan kukin luokanopettaja voi ottaa mukaansa pari oppilasta. Näin opettajat saisivat kokemusta ja voisivat muodostaa käsityksen oppilaiden kohtaamista haasteista ja mahdollisuuksista suoriutua sekä avoimista että suljetummista tutkimustehtävistä. Samalla opettajille tarjoutuisi mahdollisuus saada kokemuksia oppilaiden ohjaamisesta tutkimuksellisessa opiskelutilanteessa.

Laboratoriotilojen saaminen alakoulujen (peruskoulun vuosiluokat 1-6) kemian oppitunneille työskentely-ympäristöksi on harvoin mahdollista, mutta koulutuksen järjestäminen luokanopettajille autenttiossa laboratoriotilassa on tärkeä opettajan oman kokemuksen ja tietotaidon kartuttamiseksi. Käytännön laboratoriotyö on joka tapauksessa olennainen osa kemiaa ja sen opiskelua. Opetuslaboratorio sinänsä on hyvin monimutkainen oppimisympäristö. Siellä on monenlaisia huomioitavia vuorovaikutuksia. (Nakhleh ym. 2002: 69, 79.) Halusimmekin tarjota täydennyskoulutukseen osallistuville opettajille mahdollisuuden saada autenttiossa kokemuksen kemialle tyypillisestä laboratorioympäristöstä sen koko moniulotteisuudessaan.

### **5.2.1 Kehittämisprosessi 2: Luokanopettajan toisen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus**

2. syklin täydennyskoulutuspäivän järjestämisestä saimme varmistuksen kesälä 2006. Tällä kertaa Kokkolan suomen- ja ruotsinkielisille luokanopettajille suunnatun täydennyskoulutuksen aiheeksi valittiin Kemian ja fysiikan tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla. Kyseistä koulutusta tarjottiin ensimmäisen syklin täydennyskoulutuksessa mukana olleille luokanopettajille, joita pyydettiin ottamaan mukaan koulutukseen pari luokkansa oppilasta. Koulutus järjestettiin yhteistyössä Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön ja kaupungin sivistystoimen kanssa.

Koulutukseen osallistui yhteensä 16 luokanopettajaa ja parikymmentä 5.-6. luokkien oppilasta suomen- ja ruotsinkielisiltä alakouluilta. Kaikki edelliseen koulutukseen osallistuneet opettajat eivät olleet mukana, sillä osa oli muuttanut toiselle paikkakunnalle ja joidenkin opettajien toimenkuva oli muuttunut. Koulutuksen ohjaajina toimivat tutkijan lisäksi samat opettajat (yksi luokanopettaja ja yksi aineenopettaja) kuin 1. syklissä.

Koulutuspäivä järjestettiin lokakuussa 2006. Koulutuksen ohjelma (liite 17) koostui lähinnä tutkimuksellisesta opiskelusta ja yhteisistä pohdintoista. Kemian lisäksi töiden aiheita otettiin myös fysiikasta (liite 18), koska alakoulun puolella kemian ja fysiikan opetus mielletään yhtenäiseksi fysiikka-kemia - eli FyKe -opetuksiksi. Erityistä huomiota koulutuksessa halusimme kiinnittää oppilaan rooliin tutkimuksellisessa opiskelussa. Siksi luokanopettajille järjestettiin koulutuksessa mahdollisuus päästä itse ohjaamaan pienryhmässä oppilaiden tutkimuksellista opiskelua. Koulutuksessa tehtäviksi laboratoriotöiksi valitsimme useita avoimia tehtäviä, jotta opettajat saisivat niiden myötä kokemusta epävarmuuden sietämisestä sekä ohjaajan ja avustajan roolista. Me kouluttajat olimme koko työskentelyn ajan opettajien tukena ja käytettävissä. Toimimme tutkimuksellisen opiskelun ohjaajina, joten huolehdimme esimerkiksi alkumo-

tivoinnista ja toiminnan aikana tavoitteenamme oli viedä tilanteita eteenpäin pienin kysymyksin ja vinkein antamatta suoria vastauksia. Koulutustapahtuman loppuun järjestimme myös koonnin, jossa pohdimme yhdessä tehtyjä töitä, niissä ilmenneitä yllätyksiä ja ahaa -elämyksiä sekä selvensimme esille tulleita käsitteitä ja mahdollisia epäselvyyksiä. Tavoitteenamme oli toimia esimerkkinä tutkimuksellisen opiskelun ohjaamisesta.

2. syklin koulutuksesta saatu tutkimusaineisto muodostui koulutusohjelmasta sisältöineen, uudenaikaisista työskentelytavoista täydennyskoulutuksessa, jossa oppilaat olivat mukana, uusista työohjeista sekä tutkijan ja kouluttajaryhmän koulutuksen aikana tekemistä havainnoista ja yhteisistä keskusteluista, joiden pohjalta tutkijana olen tehnyt päätelmät täydennyskoulutuksen kehittämissuunnasta.

### 5.2.2 Luokanopettajan täydennyskoulutuksen toisen toteutuksen arviointi

Kuten opetussuunnitelman perusteissa (2004) tuodaan esille, on oppiminen riippuvainen oppijan aiemmasta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis- ja työskentelytavoista. Toisen aallon tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää luokanopettajien valmiutta opettaa kemiaa korostaen tutkimuksellisuutta. 1. mesosyklin tutkimustuloksena oli, että tutkimuksellisuus ja erityisesti kokeellisuus ovat teoriatasolla kyllä luokanopettajien tiedossa, mutta sen ottaminen käyttöön oppilaiden kanssa koettiin haasteelliseksi.

Koska 2. syklin täydennyskoulutukseen otettiin vain 1. syklin koulutuksessa mukana olleita luokanopettajia, voidaan 2. syklin koulutusta pitää 1. syklin jatkotäydennyskoulutuksena. Ensimmäisessä koulutuksessa opettajien kanssa olimme jo tutustuneet opetussuunnitelman perusteista lähtevään oppimiskäsitykseen ja tutkimukselliseen opiskeluun sekä kemiaan ja sen erityispiirteisiin. Niinpä järjestimme tämän toisen koulutuksen kahden iltapäivän kokonaisuutena siten, että molempina päivinä keskityttiin tutkimusten tekemiseen käytännössä. Ensimmäisenä iltapäivänä mukana olivat vain opettajat ja toisena iltapäivänä heidän mukanaan oli myös oppilaita.

Oppilaiden mukanaolo täydennyskoulutuksen toisena päivänä oli erilainen kokemus tutkimuksellisen opetuksen ja oppimisen harjoittelun kannalta. Nyt opettajilla oli mahdollisuus pienryhmissä (2 oppilasta + 2 opettajaa) päästä yhdessä oppilaiden kanssa pohtimaan laboratoriotöissä tehtäviä valintoja ja ratkaisuja ajan kanssa. Opettajat kertoivat kokeneensa, että oli mielenkiintoista keskittyä kuuntelemaan oppilaiden ajatuksia ja perusteluja, kun ei tarvinnut koko ajan olla kiirehtimässä seuraavan oppilaan luo. Opettajat saivat mahdollisuuden toimia tutkivina oppijoina, mutta toisaalta myös tutkivina opettajina ja asiantuntijoina ryhmissään, ja koulutustilanteessa kun oltiin, he saattoivat helposti ja turvallisesti kääntyä kiperän kysymyksen kohdatessaan kouluttajien puoleen. Kuten Lavonen ja Meisalo (2005) toteavat, tutkivaa opiskelua lienee tehokkainta viedäkin eteenpäin niin, että opiskelu tapahtuu opettajan johdolla siten, että opettaja välillä esittää uutta tietoa, välillä osoittaa, kuinka kyseistä tietoa käytetään ongelmien tai tehtävien ratkaisemisessa sekä välillä johtaa keskustelua luokassa. Tässä täydennyskoulutuksessa opettajat saivat harjoitella

tätä omassa pienryhmässään. Myös Bransford, Brown ja Cocking (2000) perustelevat tutkimukseen nojaten, että vain opettaja pystyy sopivia kysymyksiä apuna käyttäen ohjaamaan oppilaita ilmaisemaan selityksiä havaituille ilmiöille tai auttamaan oppilaita tekemään johtopäätöksiä ja ymmärtämään käsitteitä. Täydennyskoulutuksen opettaja-oppilaspienryhmissä toimittiin juuri tällä tavalla ja tämä todettiin toimivaksi.

Vuosiluokkien 1–6 peruskouluja ajatellen laboratoriotilojen saaminen kemian oppitunneille työskentely-ympäristöksi tuskin kovinkaan usein on mahdollista, mutta koulutuksen järjestäminen opettajille autenttisessa laboratoriotilassa oli koulutuksen tässä vaiheessa paikkansa puolustava. Koulutuksen aikana opettajat innostuivat yhdessä miettimään sitä, miten tavallisesta luokasta saadaan hyvä ja tutkimukselliseen opiskeluun kannustava oppimisympäristö. Heidän saamiensa kokemusten ja ajatusten perusteella luokkahuone muuttuu tutkimusta motivoivaksi pienin muutoksin. Esimerkiksi jo se, että pulpeteilla käytetään tiettyjä, nimenomaan tutkimustyöskentelyyn varattuja alustoja, jotka otetaan esille silloin, kun tutkimuksen tekeminen alkaa, oli yksi tällainen esille tuotu asia. Joku opettajista kertoi käyttävänsä palamistutkimuksissa paloturvallisuutta lisäämään kaakelipaloja tuikkukynttilöiden alla. Ja suojaesiliinat tuovat tiettyä tutkijan roolia kuvaan mukaan, jos ei voida hankkia ihan oikeita laboratoriotyötakkeja. (Vrt. Nakhleh ym. 2002, 69, 79.)

**Yhteenvetona** voi todeta, että toisen syklin täydennyskoulutuksen aikana varmennettiin ja täydennettiin ensimmäisessä syklissä kehitettyä alustavaa kemian täydennyskoulutusmallia etenkin ottamalla mukaan uusia avoimia tutkimustehtäviä. Lisäksi oppilaiden mukanaolo täydennyskoulutuksen toisena päivänä antoi opettajille konkreettista kokemusta siitä, kuinka tutkimuksellista opiskelua on mahdollista ohjata ja viedä eteenpäin oppilaiden kanssa ilmiöitä tutkien ja selittäen, asioita pohtien, sopivia kysymyksiä esittäen ja välillä tietoa jakaen ja käsitteitä selkiinnyttäen. Tämä tapa kemian täydennyskoulutukseen näyttää sopivan hyvin, ja se vaatii vielä lisätutkimuksia.

Koulutuksen aikana ilmeni, että lisää tutkittua tietoa tarvitsee saada myös siitä, millainen opiskeluympäristö, välineet ja materiaalit tukevat peruskoulun 5.–6. luokilla kemian tutkimuksellista opiskelua. Koulutuksen aikana opettajat kävivät hedelmällisiä keskusteluja erityisesti tavallisen luokkatilan muuntamisesta tutkimusten tekemiseen sopivaksi ja sitä motivoivaksi oppimisympäristöksi autenttisessa laboratorioympäristössä työskentelyn innoittamina. Avomeksi jäi vielä kokonaan se, millaisia välineitä ja materiaaleja alakouluille on hyvä hankkia, että tutkimuksellinen opiskelu olisi luontevaa ottaa kemian opiskeluun.



### 5.3 Mesosykli 3: Luokanopettajan täydennyskoulutuksen edelleen kehittäminen, toteutus ja arviointi

3. syklissä luokanopettajille suunnatun täydennyskoulutuksen kehittäminen jatkui seuraavan koulutuksen järjestämistä varten tarvittavien resurssien järjestyksellä syksyllä 2007. Koulutuksen kohderyhmäksi valittiin peruskoulun luokanopettajat Kalajoelta. Ryhmän suuruudeksi määritettiin maksimissaan 20 opettajaa. Tavoitteena oli, että jokaiselta kunnan alueella toimivalta alakoululta tulisi koulutukseen pari 3.–6. luokkien opettajaa. Koulutus järjestettiin yhteistyössä kaupungin sivistystoimen ja Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön kanssa. Suunnitteluryhmässä oli tutkijan lisäksi yksi kemian aineenopettaja ja yksi luokanopettaja, jotka toimivat myös kouluttajina.

1. ja 2. syklin koulutusten tavoin tämänkin täydennyskoulutuksen tavoitteena oli perehdyttää opettajia peruskoulun alaluokilla vuoden 2004 opetus-suunnitelman myötä tulleeseen oppiaineeseen kemia ja sen opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Erityistavoitteena oli lisäksi testata ja parantaa Kokkolassa jo kehitettyä luokanopettajien kemian opetusta tukevaa täydennyskoulutusmallia ja saada lisätietoa siitä, millainen opiskeluympäristö, välineet ja materiaalit tukevat peruskoulun 5.–6. luokilla kemian tutkimuksellista opiskelua. Koulutus päätettiin järjestää kahtena iltapäivänä huhtikuussa 2008 lukion kemian ja biologian aineenluokissa.

#### 5.3.1 *Empiirinen tarveanalyysi: Luokanopettajien opetusvälinetarpeita kemian opetuksessa*

Koulutuksen suunnitteluvaiheessa laadimme survey-kyselylomakkeen sisältävän aloituskirjeen (liite 4), jossa pyysimme täydennyskoulutukseen valittua 15 luokanopettajaa kertomaan omista lähtökohdistaan opettaa fysiikkaa ja erityisesti kemiaa, sen luonteesta opetettavana aineena sekä kokeellisuudesta, opettajan roolista ja tutkivasta otteesta kemian opetuksessa sekä odotuksista tulevalle koulutukselle. Kysymysten laadinnassa käytimme apuna 1. syklissä laadittua alkukyselylomaketta (liite 3). Saamani laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppi-vastauksia sekä poikkeavia vastauksia. Tutkimustuloksia käytimme täydennyskoulutuksen ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadinnassa.

Alkukyselystä saamani aineiston ryhmittelin kyselyrunkoa apuna käyttäen kolmeen yläluokkaan: 1) Kemian luonne opetettavana oppiaineena, 2) Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet sekä 3) Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia. Taulukosta 24 selviää, kuinka aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista olen muodostanut alaluokkia ja sitten olen vienyt ne valmiiden yläluokkien alle.

TAULUKKO 24 Toisen aallon 3. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Kemiatieto ja sen opiskelu Kokeellisuus Tutkimuksellisuus	Kemian luonne opettavana oppiaineena
Opettajan rooli Tutkimuksellisuus opetuksessa Oppimisympäristö	Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
Sisällöt Opetusmenetelmät Tavoitteet	Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia

Seuraavassa käyn läpi saamiani tuloksia pääluokittain. Mukaan olen liittänyt myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista kuvaamaan tarkemmin yläluokkien sisältöjä. Lopuksi teen tarveanalyysiä koskevat päätelmät.

*Kemialla oppiaineena* opettajien mukaan on yhtäläisyyksiä biologian, maantiedon, matematiikan, fysiikan, kotitalouden ja käsityön kanssa. He määrittelivät kemian kuuluvaksi luonnon ilmiöitä selittäviin luonnontieteisiin, joten siksi heidän mukaansa opetuksessa olisi syytä lähteä liikkeelle ilmiöstä. Heidän käsitystensä mukaan kemian tekee erityiseksi sen käytännönläheisyys, ja jotta käytännönläheisyys ei katoaisi kemiasta, on toiminnallisuus, ongelmakeskeisyys ja elämyksellisyys pidettävä tärkeänä osana kemian opiskelussa. Siksi oppilaiden tuleekin päästä itse tutkimaan, tekemään ja kokeilemaan asioita, jotka kuuluvat heidän arkeensa.

*OpeA9: "Tutkitaan itse tekemällä erilaisia kokeita. ja sillä tavalla mielestäni myös oppii parhaiten. Vaarana on vain, että kemia pysyy irrallisena lasten kokemusmaailmasta, jos opittava aines ei kohtaa lapsen arkea. Liittäminen lasten arkeen on tärkeää."*

Tutkimukseen osallistuneista luokanopettajista vain yksi kertoi opiskelleensa kemiaa luokanopettajakoulutuksen yhteydessä. Muilla kemiantiedot ja -taidot olivat peräisin peruskoulun yläluokkien ja lukion opiskeluajoilta, ja muistikuivat ja kokemukset vaihtelivat suuresti.

*OpeA2: "Kemian opiskelu taitaa olla peräti lukio-pohjalla. Kemia oli mielestäni mielenkiintoista ja opiskelu monipuolista."*

*OpeA6: "Lukiossa, kirjoitin 1985 - se oli vaikeaa ja pakkopullaa. (Omaan) huonon (tietopohjan). Kemia on varmaan mielenkiintoinen oppiaine ja sitä oppii parhaiten sitomalla opin käytäntöön."*

*Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteita ja mahdollisuuksia* pohtiessaan täydennyskoulutukseen tulovaiheessa lähes kaikilla tutkimukseen osallistuneilla opettajilla oli sellainen käsitys, että he tiesivät teorialtasolla, mitä tutkimuksellisuus opettamisessa tarkoittaa, mutta käytännön kokemusta tutkimuksellisen lähes-

tymistävän sopivuudesta kemian opetukseen ei juuri kellään opettajista vielä ollut riippumatta siitä, olivatko he kemiaa itse opettaneet vai eivät.

*OpeA6: "Oppiminen ei ole vain ulkolukua tai opettajan luennointia. Opetukseen sisältyy myös käytännössä oppimista ja asioiden kokeilemistä ja konkretisointia."*

*OpeA9: "Ensimmäisenä tulee mieleen laborointi ja demonstraatio, jotka ovat perinteisiä menetelmiä. Mutta uskon, että luonnontieteellistä tutkimusta ja oppimissykliä voi hyödyntää kemian oppimisessa. En vain ole päässyt vielä perehtymään asiaan. Tärkeintä näissä menetelmissä on se, että lapsi ei ole vain sivustakatsoja, vaan aktiivinen toimija."*

Opettajien käsityksen mukaan tutkimuksellisuus opiskelussa on yleensä mielenkiintoista, mutta se vaatii opettajalta vaivannäköä. Koska oppilaat pääsevät itse kokeilemaan, havainnoimaan, tekemään oivalluksia ja niistä johtopäätöksiä, motivoi se oppilaita oppimaan. Opettajat kertoivat, että käytännön tasolla heidän opetuksensa ei useinkaan ole kokeellista, sillä suureksi ongelmaksi he kokivat tietämättömyyden siitä, kuinka aloittaa, kun opetettavien ryhmien koot ovat suuret ja puutetta on niin tiloista kuin myös tarvittavista välineistä.

*OpeA8: "(Kemiaa oppii parhaiten) pienryhmissä (!) toiminnan ja tutkimusten kautta. SUURI ONGELMA: Opetusryhmien suuret koot sekä tilojen ja välineiden niukkuus."*

Opettajan roolin tutkimuksellisessa opiskelussa tutkittavat luokanopettajat määrittivät hyvin monipuoliseksi ja haastavaksi. Heidän käsitystensä mukaan tutkimuksellisuus opiskelussa vaatii paljon etukäteisvalmisteluja, terävyyttä varsinaisessa oppimistilanteessa ja taitoa sitoa teoria ja käytäntö yhteen. Lisäksi opettajan tehtävänä on valmistella tutkivan opiskelun opiskeluympäristö sekä hankkia tarvittava välineistö ja materiaalit. Tämän he kokivatkin erittäin suureksi haasteeksi, koska he olivat epätietoisia siitä, mitä välineitä ja materiaaleja tarvitaan ja mistä niitä voi ja kannattaa hankkia.

*OpeA9: "Opettaja on valmistelija ja antaa ohjeet. Kannustava sivustaseuraaja ja opitun asian käsitteellistäjä."*

Opettajat korostivat, että opettajan tulee laatia selkeät ohjeet toiminnasta, innostaa ja edistää uteliaisuutta sekä tukea havaintojen tekemisessä. Näin varsinkin silloin, kun kyse on alakoululaisista.

Opiskeluympäristöstä opettajilla oli yhtenäinen mielikuva: Tutkimuksellinen lähestymistapa opiskelussa vaatii riittävät ja toimivat tilat, joissa oppilaat sopivat työskentelemään ryhmätyöpöytien äärellä. Tilojen muunneltavuus ja turvallisuusasiat nousivat myös esille. Yksi vesipiste minimissään on myös ehdottomasti oltava luokassa.

Tutkimukseen osallistuneet opettajat kertoivat kemianopetuksen pääosin tapahtuvan normaalissa luokkahuoneessa. Tutkimusvälineitä ja materiaaleja kouluilla on yleensä niukasti ja nekin on sijoitettuna eri puolille varastoihin niin, että niiden hakeminen tai vaihtoehtoisesti kotoa tai muualta tuominen vaatii niin paljon vaivannäköä, että tavallisille tunneille niitä ei tule hankittua. Omien sanojensa mukaan kaikki opettajat eivät olleet tietoisia, mitä kemiaan liittyvää välineistöä omalta kouluilta löytyy. Kun lisäksi luokkahuoneet ovat ahtaita suurien oppilasmäärien vuoksi, tapahtuu kemian opetus pitkälti kirjasta opiskelemalla. Tutkimuksellisuutta ja etenkin kokeellisuutta ei kuitenkaan ole kokonaan hylätty, vaan ratkaisuja on haettu erityisjärjestelyjen kautta.

*OpeA5: "... kokeita tehdään esim. teemapäivän puitteissa tms. kerralla paljon samasta aihepiiristä."*

Opettajat kirjoittivat *odottavansa täydennyskoulutukselta* vinkkejä opetukseen ja ohjeita erilaisiin kokeisiin ja tutkimuksiin, jotka olisivat käytännönläheisiä ja toteuttamiskelpoisia vähäisilläkin välineillä. Vastauksissaan he kertoivat huolistaan sekä epätietoisuutensa siitä, mitä välineitä ja materiaaleja alakouluilla oikeastaan pitäisi olla, jotta tutkimuksellinen kemian opiskelu olisi mahdollista. Lisäksi he odottivat saavansa tietoja siitä, mistä ja mitä materiaaleja ja välineitä olisi ensisijassa kannattavaa hankkia.

*OpeA3: "Hyviä ohjekortteja kokeisiin, mallikappaleita ja ohjeita, miten itse voisi helposti tehdä koevälineitä, ja mistä kannattaa ostaa edullisia välineitä."*

Lähes jokainen koulutukseen tullut opettaja koki käytännön tasolla tutkimuksellisen otteen opettamisessa vieraaksi. Sen kokeilua odotettiin mielenkiinnolla ja avoimin mielin.

*OpeA8: "Toivottavasti kuulemme sen koulutuksessa. Lähestymistapa pitäisi käsittääkseni kaikkiin oppiaineisiin olla yhtä innostava ja motivoiva. Siinä haastetta ala-asteen opettajille."*

**Yhteenvetona** tarveanalyysistä saamieni tutkimustulosten perusteella voi todeta, että kemian opetuksessa on oltava tutkimuksellinen lähestymistapa, koska kemia on luonteeltaan empiirinen tiede. Tutkimusten tekeminen motivoi oppilaita ja sen on hyvä olla osa jäseneltyä kokonaisuutta, kuten myös Lavonen ja Meisalo (2005) ovat asian ilmaisseet. Tutkimuksellisessa työskentelyssä on syytä pyrkiä siihen, että olosuhteet oppimiselle olisivat otolliset, mikä asia kävi ilmi myös tämän kehittämistutkimuksen edellisessä syklissä (ks. luku 5.2). Keskeiseksi tutkimustuloksissa nousi tutkimuksellisuus: kokeellinen toiminta eli konkreettinen tekeminen oppitunneilla, mutta monipuoliselle keskustelulle ja pohdinnoille niin opettajan johdolla kuin myös oppilaiden kesken on varattava riittävästi aikaa.

Täydennyskoulutuspäivien ohjelman suunnittelussa hyödynsimme edellä saatuja tutkimustuloksia. Erityisesti yhteisiin ryhmäkeskusteluihin päätimme koulutuspäivien aikana nostaa yhdeksi aiheeksi alkukyselytutkimustuloksena esille tulleen haasteen, joka liittyi luokanopettajien kemian työvälineisiin. Toisena erityisaiheena keskusteluissa päätimme tarkastella tutkimuksellisuutta monipuolisesti. Opetusneuvos Montonen (2003) on esittänyt, että tutkimuksellisuuden ja sen sisällä kokeellisuuden toteutuminen kouluilla vaatii tietyt resurssit ja sen, että opettaja tietoisesti ottaa mukaan opetukseensa myös konkreettista kokeiden tekemistä. Tarvittavat resurssit ja tutkimuksellisuus tulee koulukohteisissakin opetussuunnitelmissa ilmaista selkeästi, jotta tilojen, välineiden ja muiden resurssien tarvetta on mahdollista perustella (esim. Lavonen & Meisalo ym. s.a.; Montonen 2003).

### **5.3.2 Kehittämisprosessi 3: Luokanopettajan kolmannen täydennyskoulutuksen suunnittelu ja toteutus**

Huhtikuussa 2008 Kalajoella järjestettyyn 3. syklin kaksipäiväiseen täydennyskoulutukseen osallistui 15 luokanopettajaa, jotka edustivat saman kunnan kaikkia alakouluja. Toisena päivänä koulutustapahtumassa oli edellä mainittujen luokanopettajien lisäksi 16 viidesluokkalaista. Koulutustapahtuman ohjelman (liite 19) rakentamisessa hyödynsimme edellisissä sykleissä saatuja kokemuksia ja tuloksia sekä edellä esitetyn tarveanalyysin tutkimustuloksia sekä huomioimme kehittämistutkimuksen käytettävyyšnäkökulman (Edelson 2006; 2002).

Ensimmäisen täydennyskoulutuspäivän aluksi keskustelimme opettajien kanssa peruskoulun opetusta ohjaavista opetussuunnitelman perusteista, joista tässä koulutuksessa tehtävien tutkimustöiden aiheet on poimittu. Pohdimme myös sitä, millaiseen oppimiskäsitykseen opetussuunnitelmassa nojataan, mitä perusteissa sanotaan työtavoista ja oppimisympäristöstä sekä mitä kemian eri osa-alueet pitävät sisällään ja kuinka hyvän osaamisen kriteerit kemialle on määriteltä. Lisäksi pohdimme opettajan roolia luonnontieteille tyypillisessä tutkimuksellisessa opetuksessa ja oppimisessä sekä pyysimme opettajia kiinnittämään tämän koulutuksen aikana huomiota erityisesti käytössä oleviin välineisiin ja materiaaleihin.

Tutkimukselliseen työskentelyyn oli varattu aikaa neljä tuntia. Tällöin opettajat tekivät tutkimuksia pareittain niin suljetun (Kemiallisen reaktion nopeus) kuin ohjeistetun (Palaminen) tehtävän parissa. Me kouluttajat kiertelimme luokassa ja saatoimme antaa henkilökohtaista asiantuntija-apua ja käydä pohdintoja tutkimuksia tekevien opettajien kanssa. Opettajat kävivät myös keskenään hyvin aktiivisesti keskustelua. Koulutuspäivän päätteeksi vedimme loppukoonnin yhteisenä ryhmäkeskusteluna. Aiheina olivat tutkimuksellisuus, kokeellisuus, tarvittavat materiaalit ja työvälineet sidottuna päivän tapahtumiin. Lisäksi pohdimme koulutuspäivän aikana esille nousseita asioita, kuten tehtyjen töiden sopivuutta 5.–6. luokkalaisille, töissä tutkittuja ilmiöitä ja niissä esiintyneitä käsitteitä ja työtapoja sekä työskentelytiloja. Ensimmäisen päivän iltana

suuntasimme katseen myös tulevaan koulutustapaamiseen ja siihen, että silloin mukaan koulutukseen oli tulossa myös ryhmä 5. luokkalaisia.

Toisen tapaamiskerran alusta olimme varanneet noin puoli tuntia aikaa siihen, että ehdimme antaa opettajille lyhyen infon ja ohjeistuksen työpistetyöskentelynä suoritettavista töistä (liite 20). Samalla varmensimme muutamia kemiaan liittyviä käsitteitä, ilmiöitä ja työtapoja. Viidesluokkalaiset liittyivät mukaan varsinaiseen työskentelyosioon. Työpisteitä oli yhteensä kuusi ja työskentelyryhmät muodostuivat siten, että edellisellä kerralla opettajista muodostetut työparit saivat ryhmäänsä keskimäärin kaksi oppilasta. Näin täydennyskoulutuksessa oleva opettaja pääsi toimimaan toisaalta tutkivana oppijana aikuisen työparinsa kanssa, mutta samalla oman pienryhmänsä oppilaille tutkimuksellista oppimista ohjaavana opettajana. Me koulutuksen ohjaajat olimme koko työskentelyvaiheen ajan apuna ja käytettävissä tarpeen mukaan. Teimme samalla osallistuvaa havainnointia työskentelystä ja pohdinnoista, joita opettajat kävivät keskenään ja oppilasryhmiensä kanssa. Ennen oppilaiden poistumista kävimme yhdessä kokoavan koonnin tehdyistä kokeista ja tutkimuksista, niissä esille tulleista ilmiöistä ja keskeisistä käsitteistä. Oppilaille annoimme kotitehtäväksi kirjoittaa vihkoonsa kemiankurssista koosteen kotona. Opettajien kanssa kävimme vielä koulutuspäivän päätteeksi loppukoonnin ja palautekeskustelun, joka rakentui ohjaajien tekemien havaintojen sekä koulutuksessa olleiden opettajien esille nostamien aiheiden, esimerkiksi alakoululla käytettävien työvälineiden ja materiaalien hankinnan, ympärille.

### **5.3.3 Luokanopettajan täydennyskoulutuksen kolmannen toteutuksen arviointi**

Kalajoella toteutetun täydennyskoulutuksen arvioinnissa tavoitteena oli tarkastella toisen aallon 3. syklin kehittämisprosessia ja tuotosta. Kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti koulutuksen päätteeksi suoritettu puolistrukturoitu kehittämistutkimuskysely (liite 6), johon koulutuspäivän päätteeksi vastasivat kaikki 15 mukana ollutta opettajaa. Kyselylomakkeen avokysymykset olimme laatineet teemoittain kehittämistutkimuksen toisen aallon kehittämistehtävän pohjalta (ks. luvun 5 alku). Saadun laadullisen aineiston olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin (Taulukko 25). Täydentävää tutkimusaineistoa sain omasta ja muiden kouluttajien tekemistä osallistuvista havainnoinneista sekä kummankin koulutuspäivän lopussa käydyistä ryhmäkeskusteluista. Havainnoinnista ja ryhmäkeskusteluista saatua aineistoa olen käyttänyt lähinnä kyselyillä saatujen tietojen tarkentamiseen. Kyselyllä saamani tutkimusaineiston olen luokitellut seuraavien pääteemojen mukaan: 1. Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja, 2. Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa ja 3. Opettajan ja oppijan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa.

Taulukosta 25 selviää, kuinka aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista olen muodostanut alaluokkia ja ne olen sitten vienyt edellä esittämiäni pääteemojen mukaisten valmiiden yläluokkien alle.

TAULUKKO 25 Toisen aallon 3. syklin koulutustapahtuman laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Sisällöt Ilmapiiri Opetusmenetelmät	Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja
Aikaresurssi Välineet Materiaalit	Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa
Opettajan rooli Oppijan rooli	Opettajan ja oppijan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Seuraavassa käyn läpi saamiani tuloksia teemaluokittain. Mukaan liitän myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista kuvaamaan tarkemmin teemaluokkien sisältöjä. Lopuksi teen yhteenvedon 3. mesosyklin koulutuksesta ja päätelmät seuraaviin jatkotoimiin.

*Koulutustapahtuman järjestelyihin* tutkimukseen osallistuneet luokanopettajat olivat tyytyväisiä. Erityisesti heitä ilahdutti se, että täydennyskoulutuksen pitopaikka oli Kalajoella lukion kemian ja biologin laboratoriot ja ajallisesti koulutus oli kahden iltapäivän mittainen. Se heidän mielestään ratkaisi koulunpitoon liittyvän käytännön sijaisjärjestelypulman. Lisäksi tämä järjestely oli antanut heille myös aikaa pohtia ensimmäisen tapaamiskerran jälkeen kokemuksia ja auki jääneitä kysymyksiä omassa työyhteisössä ja koulun arjessa. Jotkut opettajista kertoivat ehtineensä hieman kokeillakin ensimmäisen kerran innoittamina jotakin omien oppilaidensa kanssa käytännössä ennen toista tapaamista.

Toisella kerralla 16 viidesluokkalaisen mukanaolo täydennyskoulutustapahtumassa oli antanut opettajille uudenlaista kokemusta. Opettajat olivat päässeet kokemaan käytännössä pienen ryhmän kanssa, mitä tutkimuksellisen opiskelun sisällä oikeastaan tapahtuu. Opettajien käsitysten mukaan se antoi heille mahdollisuuden rauhassa kuunnella oppilasparin pohdintoja ja ongelmia sekä miettiä omaa tapaa auttaa heitä viemään tutkimusta eteenpäin. Täydennyskoulutuksen ohjaajien paikallaolo koko ajan opettajien tukena loi heidän mukaansa kokeiluille myönteisen ja turvallisen ilmapiirin. Teoriaa ja käytäntöä oli ollut opettajien käsitysten mukaan oikeassa suhteessa ja oppilaiden mukanaoloa he kuvasivat loistavaksi ratkaisuksi.

*OpeA2: "Teorian ja käytännön suhde ok. Hyvä juttu, kun oppilaita oli mukana. Samalla sain itselleni muistutuksen, kuinka toisaalta pienillä asioilla saa kemian opetuksesta oppilaille mielekästä."*

Sen lisäksi, että he kokivat saaneensa koulutuksessa paljon käytännön vinkkejä omaan työhönsä vietäväksi, kertoivat he koulutuskokemuksen vaikuttaneen tietojen ja taitojen karttumisen lisäksi heidän omiin asenteisiinsa. Opettajat kokivat saaneensa varmuutta ja innostusta kemian opettamiseen; kynnys tutkimusten tekemiseen oppilaiden kanssa oli madaltunut.

*OpeA8: "Olen innostunut ensi vuonna kemian opetuksesta, ennen tätä koulutusta epäilin ja epäroin."*

Kemian opetukseen liittyvät oppimisympäristö, välineet ja materiaalit huolettivat opettajia kovasti. Siksi koulutuspäivien aikana yksi tärkeä keskustelun ja kehittämisen aihe oli koululla kemian ja fysiikan opetuksessa tarvittavien työvälineiden ja materiaalien sekä oppimisympäristön tila. Kurssilla käytettyjen materiaalien ja välineiden opettajat arvioivat sopivan hyvin kouluopetukseen. Myös niiden hankinnasta ja säilytyspaikasta koululla käytiin vilkasta keskustelua ja samoin siitä, miten ne ehtii saada luokkaan käyttöön nopeasti lyhyen välitunnin aikana. Varsinaisten tutkimusten tekeminen kouluissa tulee opettajien käsitysten mukaan tapahtumaan useimmiten omassa luokkahuoneessa.

*Opettajan rooli* tutkimuksellisessa opetuksessa aiheutti pohdintoja niin ryhmäkeskusteluissa kuin myös kyselyjen vastauksissa. Tutkittavien käsitysten mukaan opettajan tehtävänä on järjestää sekä tutkittavaa että materiaalit, tilat ja välineet tutkimuksen tekemistä varten.

*OpeA2: "Opettaja luo mahdollisuuden ja ohjaa työskentelyssä (mahdollisesti kysymysten tms. avulla)."*

Heidän käsitystensä mukaan opettajan on tunnettava opetussuunnitelma niin hyvin, että hän voi valita töitä monipuolisesti. Keskusteluissa kävi ilmi, että opettajat tiesivät työohjeita olevan saatavissa paljon eri oppikirjoissa kuin myös netissä; tarvitaan siis kriittisyyttä töiden valinnassa. He kertoivat nyt tiedostavansa, että joidenkin asioiden opettamiseen on suljettu, tarkasti ohjattu ja reseptimäinen työohje paikallaan (esimerkiksi nesteen mittaaminen tai pipetoinnin opetus). Toisaalta avoin tehtävä on taas luonnontieteellisen tutkimuksen tekemiseen jossakin muussa parempi valinta (esimerkiksi erilaisten erotusmenetelmien opettelu *Kokkipojan suolat rantahiekalla* -työssä).

Opettajien käsitysten mukaan opettaja on tärkeä henkilö motivaation herättäjänä ja sallivan, kannustavan ja rohkaisevan ilmapiirin luoja. Hänen oma innostuksensa näkyy ja se tarttuu oppilaisiin.

*OpeA7: "Elävä esimerkki. Opettajan valmistautuminen tunneille korostuu, myös opettajan oma innostus."*

*OpeA8: "Toiminnallisuus, aktivointi ja yhdistäminen arkielämään."*

Heidän käsitystensä mukaan *oppilas on oppimisensa keskiössä*, mutta silti sekään ei vie opettajalta opetus- ja ohjaustehtävää, sillä opettaja on aina vastuullinen luokkassaan tapahtuvasta opetuksesta ja oppimisesta. Opettajan on muistettava huolehtia siitä, että oppimisen tärkeät kulmakivet: loppukoonti, yhdistäminen arkeen ja käsitteiden tarkentaminen tulevat joka kerta jollakin tavalla mukaan. Muuten on vaarana, että kokeellisuus ja tutkimuksen tekeminen jää puuhasteluksi.



*Yhteenvetoa koulutuksesta* tutkimustulosten perusteella voi todeta, että täydennyskoulutuksen pitopaikkaan (lukion kemian ja biologin luokat) ja aika-  
taulutukseen (kaksi iltapäivää yhden kokonaisen koulutuspäivän sijaan) opetta-  
jat olivat tyytyväisiä, sillä se ratkaisi koulunpitoon liittyvän käytännön sijaisjär-  
jestelypulman; opettajat ehtivät aamupäivän aikana pitää koulua normaalisti  
omille luokilleen. Myös matkat minimoituivat, kun pysyttiin opettajien oman  
kunnan alueella. Toisaalta he pääsivät autenttisiin, luonnontieteiden opetuksel-  
le tyypillisiin tiloihin.

Toisella kerralla oppilaiden mukanaolo täydennyskoulutustapahtumassa  
toi oman erityisälänsä. Sen myötä opettajat saivat käsitystensä mukaan arvo-  
kasta kokemusta toimiessaan käytännössä opettaja-oppilas-pienryhmässä siitä,  
mitä tutkimuksellinen opiskelu ja sen ohjaaminen on. He kertoivat kiinnittä-  
neensä erityistä huomiota myös koulutuksen ohjaajien tapaan luoda kokeilulle  
myönteinen ja turvallinen ilmapiiri. Teoriaa ja käytäntöä oli ollut oikeassa suh-  
teessa. Kokonaisuutena opettajat kertoivat kokeneensa koulutuksen itselleen  
merkittävänä oppimiskokemuksena, joka tulee vaikuttamaan heidän työhönsä  
tulevaisuudessa.

Koulutuspäivien aikana yksi tärkeä keskustelun ja kehittämisen aihe oli  
kouluilla kemian (ja fysiikan) opetuksessa tarvittavien työvälineiden ja materi-  
aalien sekä oppimisympäristön tila, mistä opettajat kantoivat huolta kovasti.  
Opettajat arvioivat kurssilla käytettyjen materiaalien ja välineiden sopivan hy-  
vin kouluopetukseen. Myös välineiden ja materiaalien hankinnasta ja niiden  
säilytyspaikasta koululla käytiin vilkasta keskustelua ja samoin siitä, miten ne  
ehtii saada luokkaan käyttöön nopeasti lyhyen välitunnin aikana. Varsinaisten  
tutkimusten tekeminen kouluissa tulee opettajien käsitysten mukaan tapahtu-  
maan useimmiten omassa tavallisessa luokkahuoneessa.

Koulutuksen päätteeksi välineistä ja tarvikkeista käytyjen keskustelujen ja  
saadun kirjallisen palautteen pohjalta me kouluttajat laadimme FyKe-  
tarvikelaatikon sisällön, joka on esitetty kuviossa 13. Ennen seuraavan luku-  
vuoden alkua kaikki kunnan alakoulut tulisivat saamaan kyseisen FyKe-  
tarvikelaatikon opetuskäyttöön. Koulutuksessa mukana olleiden opettajien  
vastuulle jäi opastaa muita koulunsa opettajia sen käytössä ja vastata sisällön  
täydentämisestä.

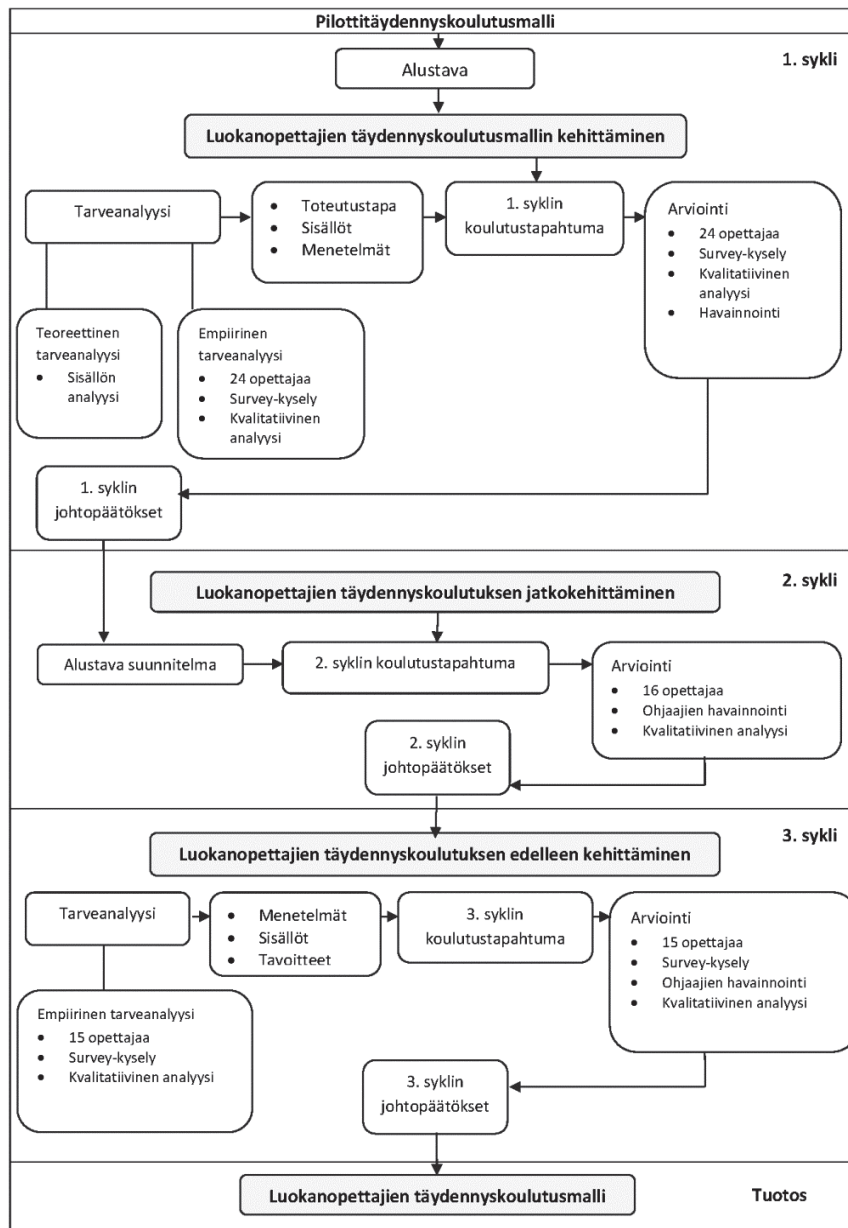
#### FyKe -tarvikelaatikko alakouluille

- iso muovinen (karkki)rasia
- erikokoisia lasipurkkeja (3 erilaista)
- iso leveäsuinen lasipurkki
- muoviset mittalasi 100/50/10ml, yksi jokaista
- muovipulloja (2kpl)
- keitinlasi 250ml
- pyykkipoikia + koeputkipihdit
- pipettejä (muovisia 1/3ml)
- muovilusikoita (ruoka- ja teelusikoita)
- lämpömittari
- veitsi
- sakset
- juomapillejä
- jääkuutiorasia
- siivilä
- pulloharja
- filmirullakoteloita
- muovisia pakasterasioita (4kpl)
- kattila
- sähkölevy
- minigrip-pusseja (kahta eri kokoa)
- sinitarraa
- tuikkuja
- tuliitikkuja
- kaakeleita
- suodatinpusseja
- tuorekelmua, foliota
- ilmapalloja ja kertakäyttökäsitteitä
- etikkaa
- suolaa ja sokeria, myös sokeripaloja
- Leivinjauhetta ja soodaa
- punakaalia (mustikoita)
- puhdistusaineita (astianpesuaine, pyykinpesuaine, siivousaine, konetiskiaine, pyykinhuuhteluaine)
- rypsiöljyä
- hiekkaa

KUVIO 13 FyKe -tarvikelaatikko alakouluille

#### 5.4 *Kehittämistuotos*: Luokanopettajan kemian opetusta tukeva täydennyskoulutusmalli ja täydennyskoulutuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä

Ensimmäisessä aallossa kehitetyn pilottitäydennyskoulutusmallin pohjalta kehitettiin luokanopettajille kemian opettamisen tueksi täydennyskoulutusmalli. Siinä huomioitiin luokanopettajien tarpeet ja se perustuu tutkimuksellisuuteen opetuksessa sekä *teoreettiseen tietoon kemiasta luonnontieteenä ja sen opetuksen tutkimuksellisuutta korostaen*. Kehittämistutkimus eteni kuvion 14 mukaisesti päätyen koko tutkimuksen ensimmäiseen päätuotokseen: luokanopettajan kemian opetusta tukevaan täydennyskoulutusmalliin.



KUVIO 14 Toisen aallon kehittämistutkimus

### I. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 1. syklin toteutuksesta

Toisen aallon alussa suunnittelimme alustavat kehittämiskäytännöt ja tunnistimme resurssitarpeet sekä määritimme 1. syklin täydennyskoulutuksen aiheeksi Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla: koulutusta luokanopettajille.

Alustavan suunnitelman, ensimmäisessä aallossa kehitetyn pilottitäydennyskoulutusmallin sekä suoritettujen teoreettisen ja empiirisen tarveanalyysin pohjalta rakensimme täydennyskoulutusohjelman. Tavoitteena oli ennen kaikkea perehdyttää luokanopettajia heille uuteen oppiaineeseen kemiaan ja sen opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Koulutuksen keskiöön nostimme alakoulun kemian sisällöt ja työtavat näkökulmana opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa.

Yksipäiväisen täydennyskoulutuksen aikana kävimme luentojen ja keskustelujen kautta läpi opetussuunnitelman perusteita ja sieltä nousevaa oppimiskäsitystä, kemiaa empiirisenä luonnontieteenä sekä haasteita, joita tutkimuksellinen lähestymistapa tuo tullessaan opettamiseen ja oppimiseen. Suurimman osan ajasta käytimme laboratoriotyöskentelyyn. Luokanopettajat tekivät itse kemiaan liittyviä tutkimuksia ja samalla he pohtivat kemiallisia ilmiöitä ja sitä, kuinka tutkimustehtävät sopivat omaan luokkaan vietäviksi. Koska ohjaajia koulutustapahtumassa oli useita, oli mahdollista antaa henkilökohtaista asiantuntija-apua ja käydä pohdintoja ja keskusteluja laboratoriitutkimuksia tekevien opettajien kanssa. Opettajat kävivät myös keskenään hyvin aktiivisesti keskustelua toistensa kanssa. Koska koulutus tapahtui lukion kemianluokassa, antoi tämä opettajille myös tilaisuuden päästä samalla tutustumaan erilaisiin laboratoriovälineisiin autenttisessa tilassa.

Tutkimusta ja täydennyskoulutuksen kehittämisprosessin ja tuotoksen arviointia varten kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti koulutuksen päätteeksi suoritettu puolistrukturoitu survey-kysely (liite 5), johon vastasivat koulutuspäivän päätteeksi kaikki 24 mukana ollutta opettajaa. Kyselylomakkeen avokysymykset olimme laatineet teemoittain kehittämistutkimuksen toisen aallon kehittämistehtävän pohjalta ja saatua kyselyrunkoa (vrt. Alasuutari 2001, 72–172) käytin apuvälineenä aineiston analysoinnin teemaluokittelussa. Saadun laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Täydentävää tutkimusaineistoa sain tehdystä osallistuvasta havainnoinnista sekä koulutuspäivän lopussa käydystä ryhmäkeskustelusta. Aineiston analysointivaiheessa olen pyrkinyt tekemään huolellista ja tarkkaa työtä tiedostaen sen vaikutuksen laadullisen sisällönanalyysin luotettavuuteen, uskottavuuteen sekä siirrettävyysominaisuuksiin (Tuomi & Sarajärvi 2011, 108–120).

**Kokoavasti** *tutkimustuloksista voi päätellä, että järjestetty täydennyskoulutus oli luokanopettajille merkityksellinen kokemus. Koulutus antoi heille lisävarmuutta ja rohkeutta tarttua tutkimukselliseen tapaan työskennellä myös omassa työssä. Heille alkoi hahmottua opettajan rooli tutkimuksellisen opiskelun ohjaajana ja mahdollistajana. Luokanopettajille oli koulutuksen aikana selkiintynyt, että kokeiden tekeminen yksistään ei saa aikaan oppimista, vaan keskustelu ja yhdessä pohtiminen opettajan ohjauksessa ovat tärkeä osa opiskelua sekä ennen että jälkeen kokeellisen työn opittavan asian liittämiseksi aikaisempaan tietoon. Saatua tulosta tukevat myös aikaisemmat tutkimukset, joiden mukaan opettajan tehtävä on ottaa arkiteoria oppilaiden kanssa puheeksi, jotta hän voisi tukea heidän käsitteellistä muutostaan (vrt. Aksela 2005; Collins ym. 2001; Näsäkkälä ym. 2001; Aksela & Juvonen 1999, 19–21; Hakkarainen ym.*

1999, 175–205; Shiland 1999; Duschl 1994). Jotta opiskelu olisi myös tehokasta, tulisi siinä onnistua yhdistämään innostuneisuus, kokemuksellisuus ja pohdiskelu, jotta kehittyminen yleensä ja oman alan asiantuntijaksi erityisesti on ylipäätään mahdollista.

Yksi tärkeä tutkimukselliseen opiskelukokonaisuuteen kuuluva osa kuitenkin vielä tuntui puuttuvan: oppilas ja hänen roolinsa tutkimuksellisessa opiskelussa. Täydennyskoulutukseen osallistuneet opettajat kertoivat tarvitsevänsä lisää sellaista täydennyskoulutusta, jossa kiinnitettäisiin erityisesti huomiota oppilaan osuuteen tutkimuksellisessa opiskelussa. He kokivat olevansa epävarmoja sen suhteen, kuinka soveltaa tietoa tutkimuksellisuudesta käytännön opiskelutilanteissa oppilaiden kanssa.

## II. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 2. syklin toteutuksesta

2. syklin koulutus oli jatkoa 1. syklin täydennyskoulutukselle ja kohderyhmäkin oli sama. Erityishuomion kohteeksi koulutuksessa nostimme oppijan roolin tutkimuksellisessa opiskelussa edellisessä syklissä saatujen tutkimustulosten pohjalta.

Koulutukseen osallistui yhteensä 16 luokanopettajaa ja parikymmentä 5.–6. luokkien oppilasta. Järjestimme koulutuksen kahden iltapäivän kokonaisuutena siten, että molempina päivinä keskityttiin tutkimusten tekemiseen käytännössä. Ensimmäisenä iltapäivänä mukana olivat vain opettajat ja toisena iltapäivänä heidän mukanaan oli myös oppilaita. Koulutuksen aikana luokanopettajat pääsisivät itse ohjaamaan pienryhmän oppilaiden tutkimuksellista opiskelua saaden kokemusta siitä. Koulutuksessa tehtäviksi töiksi olimme valinneet runsaasti avoimia tehtäviä, joten opettajat saivat kokemusta epävarmuuden sietämisestä sekä ohjaajan ja avustajan roolista. Me kouluttajat toimimme tutkimuksellisen opiskelun ohjaajina, joten huolehdimme esimerkiksi alkumotivoinnista ja toiminnan aikana tavoitteenamme oli viedä tilanteita eteenpäin pienin kysymyksin ja vinkein antamatta suorita vastauksia. Huolehdimme myös loppukoonnista, jossa pohdimme yhdessä tehtyjä töitä, niissä ilmenneitä yllätyksiä ja ahaa-elämyksiä sekä selvensimme esille tulleita käsitteitä ja epäselvyyksiä.

Täydennyskoulutuksen kehittämisprosessin ja toteutuksen arviointi tapahtui osallistuvan havainnoinnin ja koulutuksen päätteeksi tapahtuneesta ryhmäkeskustelusta saamani aineiston perusteella. Tuloksena oli, että olimme saaneet varmennettua ja täydennettyä kemian täydennyskoulutusmallia etenkin ottamalla mukaan uusia avoimia tutkimustehtäviä. Oppilaiden mukanaolo täydennyskoulutuksen toisena päivänä antoi luokanopettajille kokemuksia siitä, kuinka tutkimuksellista opiskelua tekevien oppilaiden työskentelyä on mahdollista viedä eteenpäin heidän kanssaan ilmoittaen tutkien ja yhdessä pohtien, sopivia kysymyksiä esittäen ja välillä tietoa jakaen ja käsitteitä selkiinnyttäen. Samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet tutkimuksissaan esimerkiksi Ash (2000a), Ash ja Kluger-Bell (2000).

*Kokoavasti* koulutuksen toteutuksesta ja tutkimuksesta voi todeta, että oppilaiden mukanaolo sopi hyvin tutkimuksellisuutta korostavaan kemian täydennyskoulutukseen, mutta se vaatii vielä lisätutkimuksia. Tutkittua tietoa tarvitaan myös siitä, millainen opiskeluympäristö, välineet ja materiaalit tu-

kevat parhaiten tutkimuksellista kemian opiskelua peruskoulun 5.–6. luokilla. Erityisesti toisen koulutuspäivän aikana opettajat kävivät hedelmällisiä keskusteluja tavallisen luokkatilan muuntamisesta tutkimuksen tekemiseen sopivaksi ja sitä motivoivaksi oppimisympäristöksi autenttisessa kemianluokassa työskentelyn innoittamina. Avoimeksi jäi myös se, millaisia välineitä ja materiaaleja alakouluille on hyvä hankkia, että tutkimuksellinen opiskelu muodostuisi luontevaksi ja helposti toteutettavaksi tavaksi opiskella kemiaa peruskoulun alaluokilla.

### III. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 3. syklin toteutuksesta

Kahden edellisen syklin tuloksista tehtyjen johtopäätösten, aikaisemman tutkimustiedon sekä tehdyn empiirisen tarveanalyysin tulosten että kouluttajatyöryhmän ideoiden pohjalta päätimme *kolmannessa* täydennyskoulutuksessa pitää päätavoitteen samana: perehdyttää luokanopettajia oppiaineeseen kemia ja sen opettamiseen tutkimuksellista lähestymistapaa käyttäen. Lisätavoitteeksi asetimme kahdessa edellisessä syklissä kehitetyn luokanopettajan kemian opetusta tukevan täydennyskoulutusmallin testaamisen ja parantamisen. Erityishuomiota päätimme kiinnittää oppilaiden mukanaoloon opettajien täydennyskoulutuksessa sekä peruskoulun 5.–6. luokkien kemian tutkimuksellisen opiskelun opiskeluympäristön, välineiden ja materiaalien kehittämiseen ja testaamiseen.

Kaksipäiväiseen täydennyskoulutukseen osallistui 15 luokanopettajaa ja toisena päivänä heidän lisäksi myös 16 viidesluokkalaista. Ensimmäisen täydennyskoulutuspäivän aluksi perehdytimme opettajia peruskoulun opetusta ohjaaviin opetussuunnitelman perusteisiin keskustelemalla heidän kanssaan oppimiskäsityksestä, työtavoista ja oppimisympäristöstä sekä kemian eri osa-alueiden sisällöistä että kemialle määritellyistä hyvän osaamisen kriteereistä. Lisäksi pohdimme opettajan roolista luonnontieteille ominaisessa tutkimuksellisessa opetuksessa ja oppimisessa sekä pyysimme opettajia kiinnittämään tämän koulutuksen aikana huomiota erityisesti käytössä oleviin välineisiin ja materiaaleihin sekä toisella kerralla oppilaiden mukanaoloon koulutuksessa. Lopun ajan ensimmäisestä päivästä opettajat itse keskittyivät tutkimukselliseen työskentelyyn (liite 20). Me kouluttajat kiertelimme luokassa, havainnoimme toimintaa, ohjasimme ja kävimme pohdintoja tutkimuksia tekevien opettajien kanssa. Koulutuspäivän lopuksi teimme loppukoonnin ryhmäkeskusteluna. Aiheina olivat erityisesti tutkimuksellisuus ja sen sisällä kokeellisuus sekä tarvittavat materiaalit ja työvälineet sidottuna päivän tapahtumiin. Toisena koulutuspäivänä viidesluokkalaiset liittyivät mukaan työpistetyöskentelyosioon. Työskentelyryhmissä oli keskimäärin kaksi opettajaa ja kaksi oppilasta. Näin täydennyskoulutuksessa oleva opettaja sai kokemusta toisaalta tutkivana oppijana aikuisen työparinsa kanssa, mutta samalla oman pienryhmänsä oppilaille tutkimuksellista opiskelua ohjaavana opettajana. Koska meitä kouluttajia oli tapahtumassa mukana kolme, pystyimme toimimaan kiertelevinä asiantuntijoina ja oppimisen ohjaajina sekä havainnoijina. Ennen kuin oppilaat poistuivat, kävimme yhdessä kokoavan ryhmäkeskustelun aiheina tehdyt tutkimukset, niissä esille tulleet ilmiöt ja keskeiset käsitteet. Opettajien kanssa kävimme vielä

koulutuspäivän päätteeksi loppukoonnin ja palautekeskustelun, joka rakentui ohjaajien tekemien havaintojen sekä koulutuksessa olleiden opettajien esille nostamien aiheiden, esimerkiksi alakoululla käytettävien työvälineiden ja materiaalien hankinnan, ympärille.

3. syklin tutkimusta ja samalla toteutetun täydennyskoulutuksen kehittämisprosessin ja tuotoksen arviointia varten kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti koulutuksen päätteeksi suoritettu puolistrukturoitu survey-kysely (liite 6), johon vastasivat koulutuspäivän päätteeksi kaikki 15 mukana ollutta opettajaa. Kyselylomake oli pääosin sama kuin toisen aallon 1. syklissä ja saamani aineiston analysoin samalla tavalla teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä käyttäen. Täydentävää tutkimusaineistoa sain tehdystä osallistuvasta havainnoinnista sekä koulutuspäivän lopussa käydystä ryhmäkeskustelusta.

*Kokoavasti* tutkimustulosten perusteella voi sanoa, että täydennyskoulutuspäiville valitut laboratoriotyöt ja tutkimustehtävät olivat kattaneet laajalajaisesti alakoulun kemian eri aihepiirit, ne erosivat avoimuutensa suhteen toisistaan ja olivat olleet hyvin monipuolisia. Töissä esiintyneet ilmiöt olivat olleet selkeitä, mitä myös esimerkiksi Akselan ja Karjalaisen (2008, 106) tutkimuksen mukaan kemian opettajat olivat pitäneet hyvän kemiallisen työn kriteerinä.

Oppilaiden mukanaolo täydennyskoulutuksen toisena päivänä oli tutkimustulosten mukaan ollut erilainen, mutta positiivinen kokemus tutkivan opetuksen ja oppimisen harjoittelun kannalta. Opettajat kokivat päässeensä pienryhmässä oppilaiden kanssa pohtimaan laboratoriotöissä tehtäviä valintoja ja ratkaisuja kiireettömästi. Heille kokemus oli ollut merkityksellinen, koska heille oli tarjoutunut näin mahdollisuus paneutua oppilaiden ajattelutapaan ja heidän ilmiöille antamiin selityksiin syvällisemmin kuin tavallisessa luokkatilanteessa. Opettajat kertoivat saaneensa käsityksen siitä, mitä on olla tutkimusta tekevänä oppijana oppilaan rinnalla, mutta toisaalta he olivat saaneet kokemusta tutkimuksellisen opiskelun ohjaamisesta ja asiantuntijana toimimisesta pienryhmässä. Sallivan ja turvallisen ilmapiirin vallitessa opettajat saattoivat koulutuksen aikana luottavaisena kääntyä kiperän kysymyksen kohdatessaan kouluttajan puoleen. Esimerkiksi Lavonen ja Meisalo (2005) ovat omissa tutkimuksissaan saamiensa tulosten kanssa samansuuntaisesti todenneet, että tutkivan oppijan opiskelua lienee tehokkainta viedä eteenpäin niin, että opiskelu tapahtuu opettajan johdolla: välillä hän esittää uutta tietoa, välillä osoittaa, kuinka kyseistä tietoa käytetään ongelmien tai tehtävien ratkaisemisessa sekä välillä johtaa keskustelua luokassa. Myös Bransford, Brown ja Cocking (2000) perustelevat tutkimuksiinsa nojaten, että vain opettaja pystyy sopivia kysymyksiä apuna käyttäen ohjaamaan oppilaita ilmaisemaan selityksiä havaituille ilmiöille tai auttamaan oppilaita tekemään johtopäätöksiä ja ymmärtämään käsitteitä. Nämä tutkimustulokset tukevat myös saamiani tuloksia opettajan aktiivisen mukanaolon tärkeydestä oppimistilanteessa.

Tutkimustuloksissani ilmeni, että oppimateriaalien ja työskentelyvälineiden helppo saatavuus asettuvat tärkeään rooliin etenkin silloin, kun opettaja kokee kemian opetuksen haasteelliseksi. Tällöin selkeät työohjeet, joiden toteut-

taminen on mahdollista tavallisissa luokahuoneissa tutuin ja helposti saatavilla olevin välinein, rohkaisevat opettajia ja oppilaita haasteista huolimatta kokeilemaan ja tekemään tutkimuksia. Koulutuksen aikana olimme tietoisesti ottaneet käyttöön monenlaisia materiaaleja ja välineitä. Kehotimme opettajia keskustelemaan ja pohtimaan niiden sopivuutta kouluopetukseen ja miettimään, mitä muuta tärkeää kouluilla tarvitaan. Tämä toiminnan tuloksena saimme laadittua sisällön FyKe -tarvikelaatikon, joka on esitetty tutkimustuloksissa (kuvio 13). Käytännössä kunnan kaikille alakouluille toimitettiin kyseiset tarvikelaatikot syksyllä 2008. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia, miten kyseiset FyKe -tarvikelaatikot ovat soveltuneet tehtäväänsä.

#### IV. Luokanopettajan kemian opetusta tukevan täydennyskoulutusmallin kehittämisen prosessi

Toisessa aallossa täydennyskoulutusmallin kolmisyklinen kehittäminen prosessi, sen yhteydessä järjestetyt koulutukset ja niissä tehdyt tutkimukset osoittavat, että kemian ja fysiikan täydennyskoulutustarve oli vuonna 2008 edelleen suuri. Opettajat olivat erittäin tyytyväisiä, kun täydennyskoulutus järjestettiin omalla paikkakunnalla ja he saivat olla opiskelemassa ja pohtimassa asioita yhdessä kunnan toisten koulujen opettajien kanssa. Oppilaiden mukanaolo koulutustapahtumissa osa-aikaisesti oli erilainen, mutta erittäin hyvin tutkimuksellisen opiskelun täydennyskoulutukseen sopiva toimintamalli.

Alla olevassa taulukossa 26 olen kuvannut täydennyskoulutusmallin kolmisyklisiä kehittämissuunnitelmia toisessa aallossa. Liitteinä 15, 17 ja 19 on koulutusohjelmat ja tehdyt työt ovat lueteltuina liitteissä 16, 18 ja 20. Kuviossa 13 on esitetty FyKe -tarvikelaatikon sisältö.

TAULUKKO 26 Täydennyskoulutusmallin kehittämistoimintoja kolmessa mesosyklissä

<b>Ensimmäinen mesosykli</b>	
<b>Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla - koulutus luokanopettajille</b>	
<i>Alustava suunnitelma</i>	
<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tilat: AMK:n luokkatilat ja kemian laboratorio</li> <li>• kouluttajat ja kehittäjät: kemian aineenopettaja, luokanopettaja ja tutkija-aineenopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioijaryhmä: 24 luokanopettajaa</li> <li>• yhteistyökumppanit: AMK ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: syksy 2004–kesä 2005, koulutus helmikuu 2005</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perehdyttää luokanopettajia uuteen oppiaineeseen kemia</li> <li>• monipuolistaa opetusmenetelmiä ja toimintatapoja erityisesti kokeellisuuden ja tutkimuksellisuuden suuntaan</li> <li>• tarjota uusia kokeellisia työohjeita luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opetussuunnitelmien kartoitusta alakouluvaiheessa</li> <li>• luonnontieteelliseen tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• aineiden ja luonnonilmiöiden tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• kokeellisten kemian töiden tekemistä laboratoriossa</li> </ul>

taulukko jatkuu



<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellinen ote</li> <li>• ryhmä- ja parityöskentelyä</li> <li>• pohdintoja yhdessä</li> <li>• demonstraatioita ja luentoja</li> <li>• yhteinen koonti ja ryhmäkeskustelua</li> <li>• kouluttajien tuki ja ohjaus kokoaikaisesti</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 15</li> <li>•</li> </ul>
<b>Täydennyskoulutuksesta saatu palaute</b>	
<i>Onnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koulutuspäivän aikataulu sopiva: yhden tunnin luento ja viisi tuntia käytännön kokeita hyvä</li> <li>• toimintatavat aktivoivat tutkimuksellisuuteen</li> <li>• tehdyt kemian työt osoittautuivat sopiviksi alakoulun oppilaille tehtäviksi</li> <li>• kannustava ohjaus ja salliva ilmapiiri rohkaisivat kokeilemaan uutta ilman epäonnistumisen pelkoa</li> <li>• koontien ja ryhmäpohdintojen tärkeys korostui ja muodostui merkitykselliseksi</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kuinka auttaa opettajia ohjaamaan oppilaita tutkimuksellisessa työskentelyssä</li> <li>• miten ohjata opettajia materiaalien ja välineiden hankkimisessa</li> <li>• miten ohjata monipuolisten työohjeiden käyttöön</li> <li>• miten ohjata innostavan työskentely-ympäristön rakentamiseen</li> </ul>

### Toinen mesosykli

#### Jatkokoulutus edelliselle Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla - koulutus luokanopettajille

<b>Alustava suunnitelma</b>	
<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tilat: AMK:n luokkatilat ja kemian laboratorio</li> <li>• kouluttajat ja kehittäjät: kemian aineenopettaja, luokanopettaja ja tutkija-aineenopettaja</li> <li>• kohderyhmä: 16 luokanopettajaa, mukana koulutuksessa 5.-6.luokkalaisia</li> <li>• yhteistyökumppanit: AMK ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: kesä 2005–syksy 2006, koulutus lokakuu 2006</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samat kuin 1. syklissä sekä</li> <li>• tarjota opettajille mahdollisuus toimia oppilaiden ohjaajina tutkimuksellisessa työskentelyssä</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstraatioita</li> <li>• kemian ja fysiikan töiden tekemistä laboratoriossa</li> </ul>
<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellista työskentelyä sekä opettajien parityöskentelyä että opettaja-oppilaspöytäryhmissä</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• yhteisiä pohdintoja</li> <li>• kouluttajien tuki ja ohjaus kokoaikaisesti</li> <li>• yhteinen koonti ja ryhmäkeskustelua</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 17</li> </ul>
<b>Täydennyskoulutuksesta saatu palaute</b>	
<i>Onnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koulutuksen aikataulu oli sopiva: yksi iltapäivä ilman oppilaita ja toisena oppilaat mukana</li> <li>• autenttinen laboratorioympäristö innostava</li> </ul>

taulukko jatkuu

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uusien, erityisesti avointen tehtävien tekeminen hyödyllistä</li> <li>• kouluttajien välitön ja keskusteleva ohjaustapa loi miellyttävän ilmapiirin koulutukseen</li> <li>• oppilaiden mukanaolo koulutuksessa antoi opettajille rohkaisevia kokemuksia tutkimuksellisuuden ohjauksesta</li> <li>• taidot opettajana ja oppimisen ohjaajana vahvistuivat.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oppilaiden mukanaolo koulutuksessa on hyvä asia; kuinka kehittää sitä</li> <li>• kuinka saada luokkatila muunnettua tutkimusten tekemiseen sopivaksi ja sitä motivoivaksi oppimisympäristöksi</li> <li>• kuinka hankkia välineitä ja materiaaleja kemian opetukseen</li> </ul>

### Kolmas mesosykli

#### Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla - koulutus luokanopettajille

##### *Alustava suunnitelma*

<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tilat: lukion kemian ja biologian luokat</li> <li>• kouluttajat ja kehittäjät: kemian aineenopettaja, luokanopettaja ja tutkija-aineenopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioijaryhmä: 15 luokanopettajaa, mukana koulutuksessa 5.luokkalaisia</li> <li>• yhteistyökumppanit: AMK ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: syksy 2007-kesä 2008, koulutus huhtikuu 2008</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samat kuin sykleissä 1. ja 2.</li> <li>• saada lisätietoa oppimisympäristöstä, välineitä ja materiaaleista, jotka tukevat 5.-6. luokilla kemian tutkimuksellista opiskelua</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opetussuunnitelmien kartoitusta alakouluvaiheessa</li> <li>• luonnontieteelliseen tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• aineiden ja luonnonilmiöiden tutkimiseen perehtymistä</li> <li>• demonstraatioita</li> <li>• kemian ja fysiikan töiden tekemistä kemianluokassa</li> </ul>
<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellista työskentelyä sekä opettajien parityöskentelyä että opettaja-oppilaspäilyryhmissä</li> <li>• yhteisiä pohdintoja</li> <li>• kouluttajien tuki ja ohjaus kokoaikaisesti</li> <li>• yhteinen koonti ja ryhmäkeskustelua</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 19</li> </ul>

##### *Täydennyskoulutuksesta saatu palaute*

<i>Onnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teoriaa ja käytäntöä oli oikeassa suhteessa</li> <li>• koulutuksen pitopaikka omalla paikkakunnalla helpotti osallistumista</li> <li>• koulutuksen aikataulutus oli hyvä: koulutus kahtena iltapäivänä yhden koko päivän sijaan ratkaisi sijaisjärjestelyongelmat</li> <li>• autenttinen kemian ja biologian aineluokkaympäristö innosti niin opettajia kuin oppilaita</li> <li>• kouluttajien läsnäolo loi kokeilulle myönteisen ja turvallisen ilmapiirin</li> <li>• oppilaiden mukanaolo koulutuksessa antoi opettajille mahdollisuuden pohtia ja kokeilla rauhassa omaa tapaa ohjata oppilaiden tutkimuksellista opiskelua</li> <li>• opettajien tiedot ja taidot karttuivat</li> <li>• opettajilla kynnys lähteä kokeilemaan tutkimuksellisuutta oppilaiden kanssa oli madaltunut</li> <li>• FyKe-tarvikelaatikko sai sisältönsä</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuinka tiedon levittäminen saadaan hoidettua kouluilla</li> </ul>

## V. Kehittämistutkimus toisessa aallossa

Kolmisyklisen toisen aallon perustana oli ensimmäisen aallon kehittämisprosessi sekä sen myötä aikaansaatu kehittämistuotos. Pääkehittämistehtävänä siinä oli luokanopettajien kemian opettamisen tukemiseksi tarkoitetun täydennyskoulutusmallin kehittäminen, jossa huomioidaan luokanopettajien tarpeet ja opetussuunnitelman perusteissa esille nouseva tutkimuksellisuus opetuksessa tutkitun tiedon valossa. Luokanopettajien tarpeita toisen aallon kehittämistutkimuksessa tutkittiin tekemällä 1. ja 3. mesosyklin alussa empiiriset tarveanalyysit, joista saamani aineistot jäsentelin käyttäen seuraavaa teemoittelua:

1. Kemian luonne opetettavana oppiaineena
2. Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
3. Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia

Erityisenä tutkimustehtävänä 1. ja 2. syklissä olivat opettajan ja oppijan roolien tarkentaminen kemian tutkimuksellisessa opiskelussa. 3. syklissä erityistarkastelun kohteena olivat puolestaan opetusvälineet ja -materiaalit peruskoulun alaluokkien fysiikan ja kemian opetuksessa. Kaikissa kolmessa syklissä toteutetun täydennyskoulutuksen arviointia ja jatkokehittämistä varten osallistuneet luokanopettajat vastasivat puolistrukturoituun kyselyyn koulutuksen päätteeksi. Saamani tutkimusaineiston luokittelin seuraavien pääteemojen mukaan:

1. Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja
2. Sisällöt ja kehitetyt työtavat sekä oppimisympäristö täydennyskoulutuksessa
3. Opettajan ja oppijan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Seuraavassa teen koontia toisesta aallosta koko tutkimusta ohjaavien päätutkimuskysymysten mukaan ja tarkastelen niitä täydennyskoulutuksen kehittämisen näkökulmasta. Toisen aallon kehittämistutkimusta ohjasivat ensimmäisen aallon kehittämistutkimuksen tavoin koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset:

- *Kehittämistuotos*: Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella?
- *Ongelma-analyysi*: Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle
- *Kehittämisprosessi*: Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämislle?

Taulukossa 27 olen esittänyt toisen aallon tutkimusaineiston pohjana olevan teemoittelun ja päätutkimuskysymysten välisen yhteyden. Taulukoon kootun

tiedon pohjalta olen vastannut päätutkimuskysymyksiin toisen aallon tutkimustulosten pohjalta.

TAULUKKO 27 Toisen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin

<b>Päätutkimuskysymykset</b>	<i>Kehittämisprosessi/ kuka kehittää ja kuka arvioi tehtyä</i>	<i>Ongelma-analyysi/ mitä uutta opetuksen</i>	<i>Kehittämistuotos/ mitä ominaisuuksia</i>
<b>Teemoittelu</b>			
<b>Tarveanalyysi</b>			
<i>Kemian luonne opetettavana oppiaineena</i>	luokanopettajat kehittämis- ja koulutajatyöryhmä	opetusmenetelmät tutkimuksellisuus innostavuus aiheet arkipäivästä	tutkimuksellisuus koulutukseen
Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet	luokanopettajat kehittämis- ja koulutajatyöryhmä	työtavat tilojen ja välineiden kehittäminen omalla koululla	koulutuksen sisällöt ja työtavat oppimisympäristö ilmapiiri
<i>Täydennyskoulutukseen liittyviä odotuksia</i>	luokanopettajat	työohjeita ja opetusmateriaalivinkkejä omaan työhön	yleiset järjestelyt koulutuksessa: kenelle, milloin, missä, millainen
<b>Koulutuksen arviointi</b>			
<i>Koulutustapahtuman järjestelyratkaisuja</i>		käytännön kokemus siirto omaan työhön mahdollista	koulutuksen ajoitus teoria-käytäntö sopusuhtassa ilmapiiriin luominen ja kouluttajien antama ohjaus oppimisympäristö autenttinen ohjaaja-oppija -toiminnan harjoittelua
<i>Oppimisympäristö, välineet ja materiaalit</i>		opetusmateriaalit käyttökelpoisia työtapojen harjoittelu käytännössä	oppimisympäristö autenttinen sisällöt ja tehtävät monipuolisia tutkimuksellisuus käytännössä
<i>Opettajan ja oppijan rooli</i>		opettajan ja oppijan roolit selkiintyivät tutkimuksellisuuden siirto kouluun	oppilaat osana aikaisesti mukana koulutuksessa kokemusta oppijan ja opettajan rooleista innostava ja merkityksellinen täydennyskoulutus

### **Kehittämisprosessi**

Päävastuu suunnittelusta, kehittämisestä ja koulutuksen toteutuksesta oli yhteisöllisesti kehittämis- ja kouluttajatyöryhmällä. Kaikissa kolmessa syklissä työryhmään kuului tutkijan lisäksi aineenopettaja ja luokanopettaja. Koulutuksen toteutusvaiheessa täydennyskoulutukseen osallistuneista luokanopettajista muodostuneet ryhmät osallistuivat kehittämisprosessiin osallistumalla aktiivisesti koulutukseen sekä sen aikana ryhmäpohdintoihin ja lopuksi kehittämis- tuotosten arviointeihin vastaamalla kyselyihin. Ensimmäisen ja kolmannen syklin suunnitteluvaiheissa he sen lisäksi osallistuivat empiirisiin tarveanalyysiin vastaamalla survey-kyselyihin.

### **Ongelma-analyysi**

Täydennyskoulutuspäivien aikana opettajat kokivat saaneensa arvokasta ja merkityksellistä kokemusta tutkimuksellisesta opiskelusta siihen itse konkreettisesti osallistumalla. He olivat huomanneet, että opettajan rooli on erittäin moninainen ja vaativa. Hänen tulee omata tietotaitoainees opetettavasta kokonaisuudesta sekä luoda rohkaiseva ja turvallinen ilmapiiri. Opiskelutilanteessa hänen tehtävänä on tukea, neuvoa ja rohkaista sekä huolehtia viime kädessä siitä, että käytäntö ja teoria kohtaavat. Opettajat tiedostivat, että tutkimuksellinen opiskelu vaatii opettajalta vaivannäköä: Hän on tutkimuksellisen opiskelun mahdollistaja ja se edellyttää etukäteisvalmisteluja. Hänen on hankittava niin materiaaleja ja välineitä kuin myös tutkittavaa. Varsinaisen opiskelun ja toiminnan aikana tutkimuksellisuus vaatii opettajalta aktiivista, sallivaa ja innostavaa läsnäoloa, toisenlaista tapaa ohjata oppilaita sekä taitoa sitoa teoria ja käytäntö yhteen. Koulutuksen myötä opettajat olivat myös oivaltaneet, että töistä tulee ehtiä keskustella oppilaiden kanssa ja tehdä johtopäätöksiä yhdessä. Lopukoonti, yhdistäminen arkeen ja aikaisemmin opittuun sekä käsitteiden tarkentaminen on tärkeää, jottei kokeellisuus ja tutkimusten tekeminen jää puuhasteluksi.

Koulutuksen aikana opettajat pohtivat paljon sitä, kuinka saada omalla koululla oleva työskentely-ympäristö kemian kokeelliseen ja tutkimukselliseen toimintaan sopivaksi sekä mistä ja mitä välineitä ja materiaaleja on tarpeen koululle hankkia. Koulutuksen pitopaikkana ollut laboratorio oli inspiroinut pohdintoja ja antoi myös opettajille konkreettisen kokemuksen siitä, että tehtävään sopivalla ympäristöllä on oppimista motivoiva vaikutus. 3.mesosyklin päätteeksi koottu lista FyKe-tarvikelaatikon sisällöstä otettiin ilolla vastaan, etenkin kun toiveissa oli saada sellainen seuraavana syksynä myös omalle koululle. Koulutuksen päätyttyä opettajat lähtivät positiivisin ja huojentunein mielin kouluilleen uskoen, että opiskelu-ympäristöasiat kyllä järjestyvät, kun he olivat saaneet tietoa, mitä ja millaisia järjestelyjä koululla tarvitsee tehdä.

Koulutuksen aikana opettajat olivat saaneet kokeilla ja tehdä itse tutkimuksia käytännössä. He kokivat saaneensa paljon uusia työohjeita ja oppimateriaalia sekä tietoa kemiasta ja sen opettamisesta tutkimuksellisuutta korostaen. Oppilaiden mukanaolo toisena koulutusiltapäivänä oli erilainen, mutta opettajien kokemuksen mukaan opettavainen kokemus tutkimuksellisen opetuksen ja

oppimisen harjoittelun kannalta. Se oli antanut opettajille mahdollisuuden rauhassa keskittyä kuuntelemaan omassa pienryhmässä toimineiden oppilaiden pohdintoja sekä tapaa ajatella ja tehdä päätelmiä. Tämä kokemus oli opettajien mielestä ollut merkityksellinen ja pannut miettimään syvällisemmin omaa toimintaa luokkahuoneessa.

Koulutus oli vaikuttanut opettajien omiin asenteisiin kemiaa ja kemian opettamista kohtaan. He kokivat saaneensa varmuutta, ja innostus oli herännyt kemian opetuksen toteuttamiseen muutenkin kuin kirjasta lukemalla ja työkirjaa tekemällä.

### **Kehittämistuotos**

Tutkimustulosten mukaan luokanopettajat olivat tyytyväisiä kahden iltapäivän koulutusjärjestelyihin, joissa ensimmäisen iltapäivän aikana olivat vain opettajat ja toisen iltapäivän aikana heidän mukanaan myös ryhmä oppilaita perehtymässä tutkimukselliseen opiskeluun pienryhminä. Useamman ohjaajan mukanaolo toi aitoa tuntua yhdessä pohtimiseen ja tekemiseen sekä antoi mahdollisuuden helposti kääntyä tarvittaessa ohjaajan puoleen. Motivoiva, turvallinen ja salliva ilmapiiri oli opettajien kokemuksen mukaan erittäin merkityksellisen opettajan innostumisen kannalta. Ensimmäisen päivän aikana oli mahdollisuus opettajaryhmässä hetken aikaa pohtia opetussuunnitelman perusteiden mukanaan tuomia vaatimuksia ja haasteita sekä sisältöjä ja opetusmenetelmiä. Etenkin tutkimuksellisuudesta opiskelussa oli aiheellista myös keskustella, sillä tutkimukseni mukaan se oli opettajille tuttu teoriatasolla, mutta ei käytännössä.

Toisen aallon myötä kehitetty luokanopettajan kemian opetusta tukevan täydennyskoulutusmallin mukaan järjestetty koulutus oli luokanopettajille merkityksellinen kokemus. Koulutuspaikaksi oli valittu toisen aallon 1. ja 2. syklin koulutuksissa autenttinen kemianlaboratorio ja 3. syklissä opettajien oman paikkakunnan lukion kemian ja biologian aineluokat. Koulutuspaikan opettajat kokivat innostavaksi oppimisympäristönä. Se oli antanut heille mahdollisuuden tutustua samalla kemian välineisiin ja laitteisiin laajemminkin. Tutustuminen tutkimuksiin ja kokeisiin tarvittaviin välineisiin ja materiaaleihin pani opettajia miettimään omalla koululla tarvittavia materiaaleja ja välineitä.

Aikataulullisesti kemian täydennyskoulutuksen järjestäminen kahtena iltapäivänä omalla paikkakunnalla oli opettajien käsitysten mukaan onnistunut ratkaisu, sillä tällöin oli mahdollista kahdenkin opettajan lähteä yhtä aikaa koulutukseen ilman, että se aiheutti kohtuuttomia hankaluuksia omalla koululla. Toisaalta koulutuspäivien välisenä aikana opettajien oli mahdollista jo kokeilla käytännössä jotakin koulutuksessa kokeiltua omien oppilaiden kanssa sekä pohtia koulutuksessa esille tulleita asioita omien kollegojen kanssa. Näin innovaation leviäminen pääsi käyntiin.

Koulutus piti sisällään pääasiassa tutkimuksellista opiskelua ja konkreettista tekemistä luennoinnin sijaan. Tämä ratkaisu oli opettajien kokemuksen mukaan hyvä, sillä onhan kemia luonteeltaan kokeellinen luonnontiede. Kuitenkin opetussuunnitelman perusteisiin tutustuminen yhdessä oli tarpeellista, koska opetussuunnitelman perusteita opettajat eivät tutkimukseni mukaan tun-

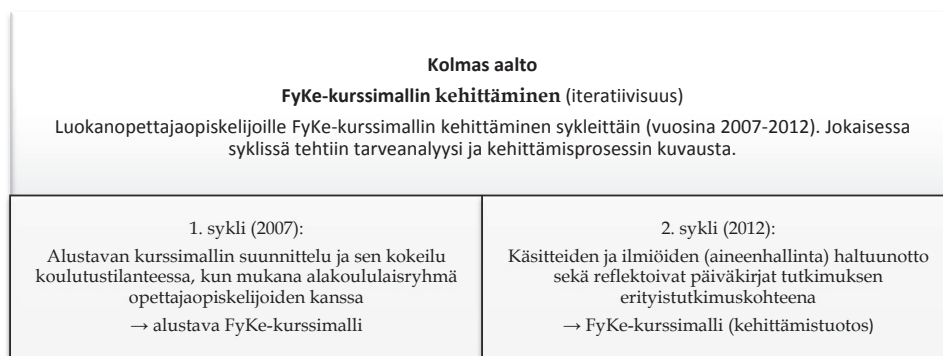
teneet kovin hyvin. Koulutuksen ohjelmaan valitut tutkimukset ja laboroinnit koettiin monipuolisiksi niin aihepiirien kuin myös tehtävän avoimuuden suhteen. Kemian käsitteiden ja ilmiöiden opiskelu tapahtui osana tutkimusten tekemistä.

Haasteelliseksi opettajat kokivat oppilaan ohjaamisen avoimen tutkimuksen tekemisessä, joten avoimia tehtäviä lisättiin ohjelmaan erityisesti koulutuksen toisena päivänä, jolloin opettajat saattoivat tehdä niitä yhdessä oppilaiden kanssa. Näin opettaja sai kokemusta sekä toimimisesta tutkivana oppijana mutta toisaalta myös tutkimuksellisen opiskelun ohjaajan roolista ohjatessaan ryhmänsä oppilaiden tutkimuksen tekoa. Yhteiset keskustelut ja pohdinnat pienryhmissä koettiin luonteviksi ja antoisiksi. Ohjaajien vetämät loppukoonnit, joissa varmennettiin niin saatuja tutkimustuloksia kuin myös käsitteitä ja ilmiöitä, koettiin myös tärkeäksi osaksi oppimista.

Ilmapiiri koulutuksen aikana koettiin kannustavaksi ja sallivaksi, ja opettajien mukaan rohkeus kokeilla uutta oli kasvanut. Seuratessaan kouluttajien toimintaa he olivat huomanneet, että opettaja on elävä esimerkki: kun hän on innostunut, salliva, kannustava ja rohkaiseva, saa hän myös ryhmän toimimaan motivoituneesti ja virheitä pelkäämättä.

## 6 KOLMAS AALTO - FYKE-KURSSIN KEHITTÄMINEN

Kolmannen aallon kehittämistutkimus oli kaksisyklinen ja sen päämääränä oli kehittää kurssimalli luokanopettajan aikuiskoulutuksen fysiikan ja kemian FyKe-kurssille (kuvio 15).



KUVIO 15 Kolmannen aallon toteutussuunnitelma

Kurssimallin kehittämisessä käytettiin hyväksi ensimmäisessä ja toisessa aallossa tapahtunutta luokanopettajan kemian opetusta tukevan täydennyskoulutusmallin kehitystyötä ja niistä saatuja kokemuksia ja tutkimustuloksia (ks. luvut 4 ja 5) sekä luvussa 2.2 tehdyn, koko kehittämistutkimusta ohjaavan ongelma-analyysin tuloksia tutkimuksellisesta kemianopetuksesta sekä tietoa, haasteista ja mahdollisuuksista, joita osallistavan opettajankoulutuksen järjestäminen tuo tullessaan (luku 2.3).

Ensimmäistä kertaa FyKe-kurssi järjestettiin vuonna 2007 Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksella. Raamit FyKe-kurssin kurssisuunnitelmalle tulivat luokanopettajan aikuiskoulutuksen eli LAIKO-koulutuksen (2006–2008) opetussuunnitelmasta. Kurssia suunniteltaessa oli huomioitava, että LAIKO-



koulutuksessa olevat opettajaopiskelijat olivat aikuisopiskelijoita, joilta edellytetään vähintään neljä kuukautta opettajakokemusta ennen koulutukseen tuloa.

Ensimmäinen mesosykli koostui luokanopettajaopiskelijoille suunnatun FyKe-kurssin järjestämisestä (luku 6.1) keväällä 2007, sitä edeltäneestä tarveanalyysistä ja koulutuksen alustavasta suunnittelusta sekä toteutuksen jälkeen tehdystä arvioinnista ja johtopäätöksistä jatkoa varten. Kolmannen aallon 1. mesosyklissä oli siten kolmenlaisia mikrosyklejä: I) tarveanalyysi, II) FyKe-kurssimallin alustava suunnittelu ja sen toteutus sekä III) tutkimusaineiston keruu ja analysointi, saatujen tulosten pohdinta ja johtopäätösten teko. Erityisenä tutkimustehtävänä 1. mesosyklissä olivat opettajan ja oppijan roolien tarkentaminen kemian tutkimuksellisessa opiskelussa.

Toinen mesosykli rakentui luokanopettajaopiskelijoille suunnatun FyKe-kurssimallin edelleen suunnittelusta ja sen käytäntöön soveltamisesta (luku 6.2) vuonna 2012. Myös se sisälsi kolmenlaisia mikrosyklejä: I) tarveanalyysi, II) FyKe-kurssimallin edelleen kehittämisen ja koulutuksen toteutus sekä III) tutkimusaineiston keruu, analysointi, pohdinta ja raportointi. Erityisenä tutkimus- ja kehittämistehtävänä tässä mesosyklissä oli refleктоivan prosessipäiväkirjan käyttö FyKe-kurssin aikana tutkimuksellisen opiskelun tukena.

Luvussa 6.3 tein koonnin kolmannen aallon kehittämistutkimuksesta ja hahmotin luokanopettajakoulutuksen käyttöön FyKe-kurssimallin sekä loin suuntaviivoja kemian opetukselle luokanopettajakoulutuksessa.

Kahden edellisen aallon tavoin myös kolmannessa aallossa kehittämistutkimusta ohjasivat koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset (ks. luku 1.2).

Kummankin mesosyklin alussa tutkin FyKe-kurssimallin kehittämisen tarpeita ja mahdollisuuksia tekemällä tarveanalyysit, joita varten keräsin empiiristä tutkimusaineistoa koulutukseen osallistuneiden luokanopettajaopiskelijoiden alkukyselylomakkeessa olleiden puolistrukturoitujen kysymysten vastauksista. Saamani aineistot ryhmittelin yläluokkiin seuraavien teemojen mukaan:

1. Kemian luonne opetettavana oppiaineena
2. Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
3. FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia ja haasteita.

Saamani alkukyselyaineistot analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin (luvut 6.1.1 ja 6.2.1) käyttäen teemaluokittelua sekä tyyppivastauksia ja poikkeavia vastauksia. Alustavan analysoinnin tuloksia käytimme kehitettävän FyKe-kurssin ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadintaan yhdessä aikaisemman tiedon ja tutkimustulosten kanssa.

Kehittämistehtävänä kolmannessa aallossa oli iteratiivisesti toteutetun FyKe-kurssin suunnittelu ja sen pohjalta koulutuksen toteutus käytännössä sekä lopullisen FyKe-kurssimallin luominen. Molempien syklien kurssin arviointia ja yhteenvedon tekemistä varten kurssille osallistuneet opettajaopiskelijat vastasivat puolistrukturoituun kehittämistutkimuskyselyyn kurssinsa päätteek-

si. Survey-tutkimuksissa saadut vastaukset ovat osa tutkimusaineistoani ja olen ryhmitellyt ne seuraaviin pääluokkiin:

1. Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet
2. Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla

Molemmissa sykleissä jokainen opettajaopiskelija kirjoitti koko koulutuksensa ajan omaa reflektointia prosessipäiväkirjaansa. Nämä päiväkirjat muodostavat toisen osan tutkimusaineistostani. Sekä kyselyissä saadun aineiston että prosessipäiväkirjojen muodostaman aineiston olen analysoinut teoriaohjaavan sisällyttämisen keinoin käyttäen yllä esitettyä teemakohtaista luokitusta ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia.

Kehittämistutkimuskuvauksen esitän edellisten aaltojen kehittämistutkimuskuvauksen (ks. Bell ym. 2004) tavoin niin, että kuvailen kehittämistä vaihe vaiheelta ja pyrin perustelemaan kehittämispäätökset (ks. luvut 6.1.2 ja 6.2.2). Luvussa 6.3 esitän kehittämistuotoksen ja pohdin FyKe-kurssin kehittämistä saamieni tutkimustulosten pohjalta.

## 6.1 Mesosykli 1: FyKe-kurssin alustava suunnittelu, toteutus ja arviointi

Kokkolan yliopistokeskus Chydenius on järjestänyt vuodesta 1988 lähtien luokanopettajan aikuiskoulutusta Kokkolassa. Kevättalvella 2007 päätettiin ensimmäistä kertaa käyttää Ympäristö- ja luonnontieto -opintojakson resursseja 12 kontaktitunnin verran erityisesti kemian ja fysiikan opiskeluun. FyKe-kurssin suunnittelua varten muodostettiin työryhmä, johon kuuluivat luokanopettajaopiskelijoiden Ympäristö- ja luonnontieto -opintojakson opetuksesta vastaava opettaja sekä yksi luokanopettaja ja minä.

Aluksi laadimme alustavat suunnitelmat kehittämiskäytännöistä ja päätimme, että suunnittelussa mukana ollut luokanopettaja ja minä tulemme myös toimimaan kurssin vetäjinä. Samoin päätimme aikataulusta ja resursseista muun muassa tarvittavien luokkatilojen, laboratoriotilojen ja materiaalien suhteen. Kehittämistutkimukselle tyypilliseen tapaan suunnitelma on päivittynyt tutkimuksen edetessä (vrt. Edelson 2006; 2002).

Kuten aiemmin on jo tullut ilmi, kehittämistutkimuksissa kehittäminen alkaa muutoksen tarpeesta (esim. Juuti & Lavonen 2006). Tällä kertaa haluttiin muuttaa luokanopettajaopiskelijoille suunnattua Ympäristö- ja luonnontieto-opintojaksoa sisällyttämällä sinne tulevien luokanopettajien fysiikan- ja kemianopetuksen tueksi FyKe-kurssi, jonka kehittämisen otin tutkimukseni kolmannen aallon tavoitteeksi. Tarveanalyysiä varten analysoin teoreettisen sisällyttämisen keinoin aikuisopiskeluun liittyvää tutkimuskirjallisuutta (ks. luku 6.1.1) sekä tein empiirisen tarveanalyysin järjestämällä FyKe-kurssille osallistuville alkukirjeen mukana survey-kyselyn, josta saamani aineiston käsittelin teo-

riaohjaavan sisällönanalyysin keinoin (ks. luku 6.1.1). Tarveanalyysin pohjalta rakensimme *FyKe*-kurssin ohjelman, sisällöt ja käytännön toteutustavat. Kurssin toteutusta kuvaan luvussa 6.1.2.

### **6.1.1 Teoreettinen ja empiirinen tarveanalyysi: Luokanopettajan aikuiskoulutus, tutkimuksellinen opiskelu ja *FyKe*-kurssi**

Kehittämistutkimuksen kolmannessa aallossa ongelma-analyysi sisälsi sekä teoreettisen että empiirisen tarveanalyysin. Teoreettisessa tarveanalyysissä tutkin, mitkä ovat luokanopettajan aikuiskoulutuksen opetussuunnitelman yleiset tavoitteet ja millaiseen oppimis- ja ihmiskäsitykseen koulutus nojaa sekä mitkä ovat koulutukseen tulevien opiskelijoiden lähtökohdat ennen opintoja. Pohjatietoina käytin tutkittua tietoa, jota olin ottanut selville erityispiirteistä ja näkökulmista, joita on syytä huomioida koulutusten järjestämisissä aikuisille erityisesti opettajakoulutuksessa (ks. luku 2.3).

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksella toimiva luokanopettajan aikuiskoulutus on Suomessa ainoa opettajankoulutusyksikkö, jossa koko koulutus on suunnattu aikuisopiskelijoille, opetus- ja kasvatusalalla uudelleen suuntautuville tai alanvaihtajille. Koulutuksen ensisijainen tehtävä on alusta lähtien ollut opettajapulan lievittäminen, mutta sen rinnalle merkittäväksi haasteeksi on noussut myös opettajakoulutuksen opetussuunnitelman ja aikuispedagogiikan kehittäminen.

#### **Luokanopettajan aikuiskoulutus**

Luokanopettajakoulutuksen opetussuunnitelmallinen ajattelu nojaa humanistiseen ihmiskäsitykseen. Siinä korostuvat persoonallisuuden merkitys, inhimillisyyden rakentaminen sekä luottamus kasvun mahdollisuuteen. Koulutuksen aikana opiskelijoille on suotava mahdollisuus teoreettisen tiedon lisäksi oman kasvatusnäkemyksensä rakentamiseen, joka auttaa heitä sitoutumaan työhönsä ja huomioimaan oman pedagogisen toimintansa perustana lapsen tarpeet. (Opettajakoulutuksen kehittäminen 2003; Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008.) Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelmassa tulkinta opettajuudesta korostaa opettajapersonaan lisäksi opettajan autonomiaa, reflektointia ja yhteistyötaitoja.

Aikuisopiskelijan työssä hankitun osaamisen tunnistaminen ja tunnustaminen on aikuispedagoginen haaste ja yksi keskeinen opettajakoulutuksen opetussuunnitelmallinen näkökulma (Opettajakoulutuksen kehittäminen 2003; Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008). Koulutuksessa tulee huomioida aikuisopiskelijoiden lähtökohtia esimerkiksi hyödyntämällä ja arvostamalla heidän aiemmissa opinnoissaan ja työelämässä karttunutta pääomaa. Ja kuten väitöskirjassaan Leivo (2010) korostaa, opettajakoulutuksessa tulee pyrkiä syventämään ymmärrystä siitä, mitä erityistä liittyy moninaista opiskelu- ja työkokemusta omaavien aikuisten oppimiseen ja ohjaamiseen.

Toisena keskeisenä näkökulmana luokanopettajakoulutuksen opetussuunnitelmassa on edistää koulutuksessa opiskeltavan teoreettisen aineksen

sitomista opettajan työhön (Opettajakoulutuksen kehittäminen 2003; Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008). Opettajan työhön on perinteisesti liittynyt jännitettä teorian ja käytännön välillä. Tämä on ilmenyt esimerkiksi luokanopettajaopiskelijoiden toiveina opetuksen käytännönläheisyydestä sekä halusta saada konkreettisia ”työkalupakkeja” kentälle vietäviksi (esim. Beattie 2000). Aikuisopiskelija on muodostanut työssä rakentuneen käytännön tiedon pohjalta itselleen mielikuvan siitä, mitä osaamista hän tarvitsee selvittääkseen työssään hyvin. Kuitenkaan käytännön kokemus ei aina ole kasvattava, vaan se voi jopa vahvistaa ei-toivottua toimintaa opetustyössä (Dewey 1938; Brookfield 1998). Kokemuksen kautta etukäteen ennen koulutusta hankittu praktinen kuva opettajan työstä saattaa vaikuttaa opiskelijoiden opettajakoulutukseen liittyviin odotuksiin.

Opettajan ammatti, jota pidetään vaativana asiantuntija - ammattina, edellyttää pitkäkestoista ja korkeatasoista koulutusta, syvää tietämystä opetettavista tieteenoaloista ja tiedon muodostuksesta, perusteellista ihmisen kasvun ja kehityksen tuntemista ja valmiutta ohjata kasvua ja oppimista pedagogisin keinoin, kuten Opetusministeriön asettaman Opettajankoulutus 2020 -työryhmän muistiossa (2007) ja myös EU:n komission julkaisemassa ”Improving the Quality of Teacher Education” -asiakirjassa (2007) asia on kuvattu. Opettajan edellytetään ymmärtävän myös kasvatuksen, koulutuksen ja yhteiskunnan välisiä kytkentöjä. Lisäksi hänen tulee elinikäisenä oppijana ymmärtää uuden tiedon merkitys ja kehittää omaa ammattitaitoaan koko työuransa ajan. Tähän kytkeytyy jatkuva omien käytäntöjen systemaattinen reflektointi. Luokanopettajan aikuiskoulutukseen tulevien opiskelijoiden kokemus ja näkemys opettajan työstä pohjautuu heidän jo ennen koulutukseen tuloa eri yhteyksissä (mm. omat koulu-, opiskelu- ja työkokemukset) hankittuihin teoreettisiin ja kokemuksellisiin tietoihin opettamisesta, opettajan työstä ja koulusta yhteisönä. Ennen varsinaisia opettajakoulutuksen opintoja työskenneltyään päiväkodissa, perusopetuksessa tai aikuiskoulutuksessa opettajaopiskelijat ovat omaksuneet yksittäisen koulun kulttuurin ja yhteisöön liittyviä, opettajan työhön ja opettamiseen kuuluvia, kollektiivisia uskomuksia ja käsityksiä. (esim. Lauriala 1997; 2000.) Opettajakoulutuksessa harvoin kuitenkin käsitellään työssä oppimiseen liittyviä kysymyksiä. Kokeneen aikuisopiskelijan ohjaaminen opettajakoulutuksessa onkin haasteellista ja siihen tarvitaan tietoa ja ymmärrystä työssä oppimisesta ja siitä, mitä erityispiirteitä oppimiseen liittyy verrattuna yliopistossa opiskeluun.

Leivo on tutkinut väitöskirjassaan Aikuisena opettajaksi (2010, 4) aikuisopiskelijoiden merkittäviä oppimiskokemuksia opettajan työn ja opettajakoulutuksen vuorovaikutuksessa. Hänen mukaansa aikuisopiskelijan opettajana oppimista voi luonnehtia kahden toisistaan riippuvaisen oppimiskulttuurin, opettajan työn ja opettajakoulutuksen, välisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvaksi liikkumiseksi ja rajojen ylittämiseksi. Tässä kahden sosiaalisen kentän vuorovaikutuksessa aikuisopiskelijan oppiminen kytkeytyy työssä omaksutun persoonallisen ja hiljaisen tiedon näkyväksi tekemiseen ja käsitteellistämiseen. Toisaalta olennaista oli myös koulutuksessa käsitellyn uuden teoreettisen tiedon

tekeminen käytännölliseksi muun muassa yhteisen keskustelun ja toiminnan kautta.

**Yhteenvetona** teoreettisesta tarveanalyysistä voi todeta, että luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelmassa 2006–2008 tulkinta opettajuudesta korostaa opettajapersoonan lisäksi opettajan *autonomiiaa, reflektivoivaa ajattelua ja yhteistyötaitoja*. Keskeiseksi teemaksi koulutuksessa tulee nostaa opiskeltavan teoreettisen aineksen sitominen opettajan työhön. Lisäksi tulee huomioida, että aikuiskoulutuksessa olevilla luokanopettajaopiskelijoilla *on opettajan työstä jo oma-kohtaista kokemusta*, mikä vaikuttaa heidän koulutukseen liittyviin odotuksiinsa.

Lisäksi koko kehittämistutkimuksen pohjaksi tehdystä ongelma-analyysin luvusta 2.3 Kohti osallistavaa opettajankoulutusta voi tässä todeta, että yhteistoiminta ja ryhmätyö työmuotona koulutuksessa pitävät sisällään haasteita, mutta ryhmän tuki ja kollegiaalisuus tukevat opettajan ammatillisista kasvua. Ammatillisista kehittymistä tapahtuu, kun työskennellään pienryhmissä reflektoiden omien ja kollegoiden uskomusten ja käytäntöjen pohjalta Reflektoinnin tärkeys opettajan ammatillisessa kehittämisessä on tutkimusten mukaan ilmeinen.

### **Empiirinen tarveanalyysi**

Kevättalvella 2007 FyKe-kurssin suunnitteluvaiheessa laadimme Opelix-oppimisympäristöön survey-kyselylomakkeen sisältävän aloituskirjeen (liite 7), jossa pyysimme kaikkia 39 FyKe-kurssille osallistuvia luokanopettajaopiskelijoita palauttamaan mieliinsä omia kokemuksia kemian ja fysiikan opiskelusta, kertomaan omista lähtökohdistaan opettaa tutkimuksellista kemiaa ja fysiikkaa sekä odotuksistaan alkavalle FyKe-kurssille. Kysymysten laadinnassa käytimme pohjana suunnitteluryhmän aiemmin täydennyskoulutuksen järjestämisestä varten tekemiä kyselylomakkeita (ks. luvut 4 ja 5). Muokkasimme ne luokanopettajaopiskelijaryhmälle sopiviksi käyttäen hyödyksi yllä esittämäni teoreettista tarveanalyysiä. Saadun laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Ryhmittelin vastaukset kyselyrunkoa apuna käyttäen teemoittain kolmeen yläluokkaan: 1) Kemian luonne opetettavana oppiaineena, 2) Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet sekä 3) FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia ja haasteita.

Taulukossa 28 esitän, kuinka olen muodostanut aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista alaluokkia ja vienyt ne sitten yllä esitettyjen valmiiden yläluokkien alle. Tutkimustuloksia käytimme FyKe-kurssin ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadintaan.

TAULUKKO 28 Kolmannen aallon 1. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Teoreettisuus Kokeellisuus Kiinnostavuus Tunnejälki	Kemian luonne opettavana oppiaineena (oma kokemus)
Käytännönläheisyys Tutkimuksellisuus Teoria ja käytäntö	Kemian luonne opettavana oppiaineena (toivelistata)
Substanssiosaaminen Tutkimuksellisuus opettamisessa	Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
Opetusmenetelmät Toimintatavat	FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia

Seuraavassa käyn läpi saamiani analyysituloksia pääluokittain. Mukaan olen liittänyt suoria lainauksia opettajaopiskelijoiden antamista vastauksista kuvaamaan tarkemmin yläluokkien sisältöjä.

*Luonnehtiessaan kemiaa opettavana oppiaineena opettajaopiskelijat kirjoittivat toisaalta omista, kouluaikaisista kokemuksistaan ja toisaalta kirjatiedon pohjalta. Omaa kemian opetuskokemusta heillä ei ollut. Kouluaikaiset kokemukset olivat jättäneet joko positiivisia tai negatiivisia muistoja; harvalla opiskelijalle mielikuva kemiasta oli jäänyt neutraaliksi. Jos kemian opiskelu koulussa oli ollut kirjasta lukemista ja teorian ulkolukua, merkitsi se sitä, että kemian opiskelu oli tuntunut ikävältä ja tylsältä.*

*604: "Ei kuulunut lempiaineisiini, opettelin kemiallisia tunnuksia, ymmärrys puuttui."*

*6032: "Tylsyyssasteikolla ei ihan fysiikan tasolla, molekyyylimalleilla oli hauska rakennella."*

Jos taas kemian tunneilla oli päästy tekemään ja kokeilemaan itse, oli muistikuvat kokemuksista selkeämpiä ja positiivisempia. Usein niihin liittyi myös muistikuvat opettajasta ja hänen toimistaan käytännön tilanteissa. Myös menestymisen opinnoissa näyttää korreloivan suoraan aineesta pitämisen kanssa.

*6012: "Käytännön harjoittelukokeet olivat mielenkiintoisia alkuainetaulukon ulkoa opetteluun ohella. Lukion ope oli aito ja mielenkiintoisesti asiat esille tuova."*

*6013: "Kemia oli yksi suosikkiaineistani; menestyin silloin kemian opinnoissani."*

Käsityksenään siitä, millaista kemian opetuksen tulisi olla alakoulun puolella, he esittivät, että sen tulee olla kokeiluun ja tutkimiseen pohjaavaa, ja se tulee linkittää arkipäivän ilmiöihin: siten kemian opiskelusta saa konkreettisen ja mielenkiintoisen. Heidän käsitystensä mukaan työskentely ryhmissä ja yhdessä

pohtiminen auttaa oppimista. Mutta toisaalta teoriaakin tarvitaan; opettajan tehtävä on huolehtia, että teoria ja käytäntö kohtaavat.

*6011: "Lapset rakastavat tehdä ja kokeilla itse erilaisia kokeita ja sen kautta huomata mitä tapahtuu tai miten jokin asia muuttuu. Itse tekeminen, kokeileminen ja havainnointi parasta oppimisen pedagogiikkaa."*

*6033: "Kemiaa oppii parhaiten, kun opetetaan selkeästi teoriaa ja kokeita tehtäessä tuodaan vielä ilmi se teoria. Ne kokeet jää helposti irrallisiksi tai katempuiksi, jos opettaja ei pidä huolta niiden yhteydestä."*

*Kokeellisesta ja tutkivasta tavasta opiskella kemiaa useimmilla opettajaopiskelijoista oli ainakin teoriasolla jonkinlainen käsitys. Tärkeää heille muodostuneen käsitysten mukaan oli, että oppilaiden tulee saada itse kokeilla ja tutkia ilmiöitä ja asioita mielellään joko pareittain tai ryhmissä, jotta pohdinta ja mielipiteiden vaihto olisi luontevaa. Opettajan tehtävänä heidän käsityksensä mukaan on toimia ohjaajana ja oppimisympäristön valmistelijana. Hän pitää huolen siitä, että tekeminen linkitetään toisaalta arkipäivään mutta myös teoriaan ja uudet käsitteet varmennetaan.*

*6023: "Tutkivassa oppimisessa opetus alkaa ennakkokäsitysten kartoituksesta. Sitten siirrytään tutkimaan asiaa ja etsitään selityksiä. Lopuksi keskustellaan ja pohditaan, mikä tutkimuksessa oli totta."*

*6031: "Se, että joutuu ensin miettimään ja suorastaan kamppailemaan ratkaistakseen jonkin ongelman karhentaa aivojen pintaa."*

*FyKe-kurssin aikana tutkimukseen osallistuneet opettajaopiskelijat halusivat saada muodostettua kokonaiskuvaa kemiasta oppiaineena ja sen roolista alakoulussa. Kurssin aikana heillä oli tarve parantaa omaa aineenhallintaansa ja saada selkeyttä kemiaan kuuluvista aihealueista ja tutkittavista ilmiöistä. Opetussuunnitelman perusteiden väljyys hämmensi heitä.*

*604: "Kaikki mitä kemiasta opin, on 100% enemmän kuin nykytilani."*

*6038: "OPSit ovat muuttuneet ja tuovat uudenlaiset haasteet luokkiin. Jotta kykenisin nämä haasteet edes jollainlailla toteuttamaan oppilaiden kanssa, olisi minun osattava opettaa ja tietää edes jonkinlaiset raamit ja perusteet..."*

Erityisesti opiskelijat kokivat tarvetta itse päästä toimimaan ja kokeilemaan käytännössä tutkimuksellista opiskelua sekä jakamaan kokemuksia ja pohtimaan esimerkiksi motivointiasioita yhdessä. Heitä mietitytti, kuinka opetus voisi olla oppilaslähtöistä. Myös käytännön kokeissa käytettäviin työvälineisiin ja materiaaleihin heillä oli tarvetta päästä tutustumaan.

605: " Haluaisin oppia opettamaan näitä asioita. Ja ottamaan oppilaan huomioon!!!"

6037: " Opettamisessa varmaan on vaikeaa pitää oppilaiden mielenkiinto ja motivaatio yllä, jos ensin kertoo teoriaa ja vasta sitten kokeillaan jotta-kin. Onkohan taitavalla opettajalla muitakin vaihtoehtoja..."

Opettajaopiskelijat pohtivat myös sitä, miten luokanopettaja voi näin pienen kurssin puitteissa saada pätevyiden opettaa kemiaa alakoulussa. Tarvetta heillä on saada kurssin aikana tietoa tietolähteistä, joista myöhemmin voi itsenäisesti opiskellen täydentää ja päivittää omia tietojaan.

6011: "... onko luokanopettaja tarpeeksi pätevä opettamaan ja jos, niin miten 5op riittää tähän pätevyyteen???!!"

6022: "...tiedonhaku itseopiskelua varten jatkossakin."

**Yhteenvetona** tekemäni empiirisen tarveanalyysin tulosten perusteella voi todeta, että opettajaopiskelijoissa kemia oppiaineena herätti sekä positiivisia että negatiivisia tunteita riippuen siitä, mitkä olivat omat kouluaikaiset kokemukset. Tulevan koulutuksen aikana he halusivat parantaa omaa aineenhallintaansa sekä saada kokonaiskuvan siitä, millainen oppiaine kemia on. Tutkimuksellisuudesta opetuksessa opiskelijoilla oli teoriaan pohjaava näkemys oppijasta aktiivisena toimijana ja opettajan rooli valmistelijana sekä opetuksen ohjaajana. Omakohtaista kokemusta tutkimuksellisesta opiskelusta tai opettamisesta ei juuri kenelläkään ollut tässä vaiheessa ja siksi he kertoivat odottavansa innolla käytännön toimintaa kurssin aikana.

### **Tarveanalyysistä kurssisuunnitelmaksi**

Edellä esittämiäni teoreettisen ja empiirisen tarveanalyysin tutkimustulosten perusteella päätimme FyKe-kurssisuunnitelmaa tehdessämme kiinnittää erityishuomiota seuraaviin teemoihin:

- Kemia ja fysiikka empiirisinä luonnontieteinä ja yhteistyötaidot
- Teoreettisen aineksen sitominen opettajan työhön
- Itsereflektointi

Tutkimalla oppiminen-osion sisälle kuuluvalla FyKe-kurssille on varattu 12 kontaktituntia. Päätimme, että tätä aikaa ei käytetä teoria-aineksen luennoimiseen, koska tavoitteena on saada kokemusta tutkimuksellisesta opiskelusta sekä käsitystä kemiasta ja fysiikasta kokeellisina ja empiirisinä luonnontieteinä. Siksi teimme päätöksen, että aineenhallinnan haltuunotto pääosin kuuluu kurssilla opiskelijoiden oman työn osuuteen. Päätimme ohjata heitä tutkimaan opetussuunnitelman perusteista 5. ja 6. luokkien kemian ja fysiikan tavoitteita, sisältöjä ja opittavia käsitteitä sekä hankkimaan tarvittavan tiedon esimerkiksi peruskoulun ja lukion kemian ja fysiikan oppikirjoja lukemalla tai etsimällä tietoa Internetistä.



Kontaktitunneilla päätimme ottaa tutkimuksellisuuden harjoiteltavaksi sekä opettajan että oppijan näkökulmasta kemian laboratoriossa yhdessä lasten kanssa. Tehtävät työt suunnittelimme niin, että niissä opittavat käsitteet ja ilmiöt otettiin suoraan 5. ja 6. luokkien kemian ja fysiikan opetussuunnitelmista. Koska tutkimuksellinen lähestymistapa opetuksessa oli tarveanalyysin tulosten mukaan opiskelijoille uusi asia, ajattelimme, että kun oppilaat otetaan mukaan opetukseen jo opettajaopiskelijoiden opiskeluvaiheessa, saavat he kokemusta tutkimuksellisesta opiskelusta ja sen ohjauksesta. Tavoitteena meillä oli myös ravistella valmiiksi työelämässä muotoutuneita käytäntöjä toimia opettajana (vrt. Dewey 1938; Brookfield 1998). Opettajaopiskelijat saivat toiveidensa mukaisesti myös omaan työhönsä suoraan vietäväksi valmista, tutkimuksellista lähestymistapaa korostavaa ja käytännössä kokeiltua opetusmateriaalia (vrt. Beattie 2000).

Demon teossa opettajaopiskelijat työskentelisivät pienopiskelijaryhmissä. Näin tavoitteeksi asetettiin myös yhteistyötaitojen kehittäminen. Yhteiset koon- ti- ja palautekeskustelut päätimme asettaa keskeisiksi oppimistilanteiksi sekä opettajaopiskelijoille että oppilaille. Näissä keskusteluissa opettajaopiskelijoiden kokemukset myös aikaisemmasta työstä olisi mahdollista nostaa esille.

Prosessipäiväkirjan kirjoittaminen oli jo aiempina vuosina kuulunut LAI-KO-koulutuksen Ympäristö- ja luonnontieto-opintojaksoon. Niinpä päätimme, että opiskelijat saavat myös FyKe-kurssin aikana kirjoittaa sitä osana Ympäristö- ja luonnontieto-osiota Opelix-oppimisympäristössä olevalle sähköiselle lomakepohjalle. Tavoitteeksi päiväkirjan kirjoittamiselle siellä oli asetettu, että se sitoo yhteen kurssin osia ja välittää niitä ajatuksia, mitkä muuten jäävät kenties kurssilla tulematta esille. Päiväkirjan kirjoittamisen tavoitteena oli myös auttaa todentamaan omaa oppimisen prosessia muodostamalla ehyt ”oppimiskertomus” matkasta tämän aineen ja sen sisällön opettamisen maailmaan. Päiväkirja toimi myös tärkeimpänä opiskelijoilta tulevana palautteena kouluttajille. Koko prosessipäiväkirjan laajuus Ympäristö- ja luonnontieto-opinnoissa on 26 tuntia opiskelijan omaa työtä. Emme muuttaneet ohjeita, vaan hyväksyimme ne sellaisina myös FyKe-kurssin osalle.

### **6.1.2 Kehittämisprosessi 1: FyKe-kurssin suunnittelu ja toteutus**

Edellisenä syksynä opiskelunsa aloittaneiden opettajaopiskelijan perusopetuksessa opetettavien aineiden opetussuunnitelmassa oli seitsemän opintopisteen laajuinen Ympäristö- ja luonnontieto-opintojakso. Kun kyseessä on aikuiskoulutus, oli tällaiseen seitsemän opintopisteen kokonaisuuteen varattu kontaktiopetusta 58 tuntia ja 129 tuntia opiskelijan omatoimista työskentelyä. Perusopetuksessa opetettavien aineiden ja aihekokonaisuuksien arviointi tapahtui asteikolla hyväksytty/hylätty. Opetussuunnitelman mukaan opintojakson suorittaminen edellytti opiskelijoilta aktiivista osallistumista opetukseen ja oppimistehtävien hyväksyttyä suorittamista. (Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008.)

Oppiaineet kemia ja fysiikka nostettiin keväällä 2007 Ympäristö- ja luonnontieto-opintojaksosta omaksi kurssikseen 21 kontaktitunnin laajuisen Tutki-

malla oppiminen-osion sisällä. Tutkimalla oppiminen-aihekokonaisuuden erityistavoitteena oli tutustua Science-opetukseen ja erityisesti tutkimalla oppimiseen neljän erilaisen lähestymistavan (demonstraatio, laborointi, luonnontieteellinen tutkimus, oppimissykli) kautta harjoittelemalla näitä 1.–6. luokkien aines sisältöjen parissa. (Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006–2008.)

FyKe-kurssin ohjelmarungon (liite 21) rakensimme edellisessä luvussa 6.1.1 esitetyn teoreettisen ja empiirisen tarveanalyysin tulosten pohjalta yhteensopivaksi luokanopettajan aikuiskoulutuksen yleisiin tavoitteisiin ja erityisesti Ympäristö- ja luonnontieto-opintojakson tavoitteisiin, jotka on opetussuunnitelmassa (2006–2008) kuvattu seuraavasti:

1. Opiskelija kykenee ohjaamaan oppilaan kasvua tutkivaksi ja toimivaksi kansalaiseksi, joka on kiinnostunut luonnon, yhteiskunnan ja yksilön tarpeista ja vuorovaikutussuhteista.
2. Opiskelija perehtyy ongelmanratkaisu- ja tiedonhankintaprosesseihin luonnontieteissä.
3. Opiskelija pohtii luonnontieteiden mahdollisuuksia ja roolia yhteiskunnassa.

Ympäristö- ja luonnontieto-opintojakson sisällöt puolestaan ovat seuraavat: 1) ympäristö- ja luonnontieto, fysiikka ja kemia peruskoulun opetussuunnitelmassa, 2) biologia, maantiede, fysiikka ja kemia tieteenaloina, 3) oppilaiden luonnontieteellinen ajattelu ja ennakkokäsitysten merkitys ympäristö- ja luonnontiedossa sekä 4) eheytyttyjen oppimisympäristöjen suunnittelu ja toteutus.

FyKe-kurssille osallistuneet 39 opettajaopiskelijaa oli jaettu kahteen ryhmään. Järjestimme koulutuksen pääosin opetuslaboratorioympäristössä ja se ajoittui maaliskuu-toukokuulle 2007. Koulutus käsitti 12 tuntia kontaktiopetusta, joista ensimmäinen kahden tunnin tuokio oli orientointia kurssille ja viimeinen kahden tunnin tuokio oli varattu koontiin ja opettajaopiskelijoiden tekemien demojen yhteiseen tarkasteluun sekä palautteenantoon. Kontaktiopetuksesta kaksi neljän oppitunnin kokonaisuutta toteutimme niin, että mukana oli myös paikallisen alakoulun 5.–6. -luokkien oppilaita oman opettajansa kanssa. Tällöin muodostettiin pienryhmiä, joihin kuului keskimäärin kaksi opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta. Opettajaopiskelijat siis toimivat samanaikaisesti sekä oppilasparin ohjaajina että itse tutkimuksia tekevinä oppijoina kurssin vetäjien toimiessa heidän ohjaajinaan.

Ennen kontaktijakson alkamista opettajaopiskelijoilla oli ennakkotehtävänä alkukysely, joka toimi empiirisen tarveanalyysin (ks. luku 6.1.1) pohjana. Alkukyselyn tärkein tavoite oli virittää opiskelijat miettimään kemiaan ja fysiikkaan liittyviä kokemuksia ja asioita. Ensimmäisen tapaamisen yhteydessä tutustuimme yhdessä kurssin sisältöön ja toteutustapaan sekä kerroimme, että tällä kurssilla kontaktituntien aikana paneudutaan lähinnä tutkimuksellisuuteen oppimisessa ja opettamisessa ja se tarkoittaa konkreettista laboratoriotyökentelyä oppilaiden kanssa. Syvempi tietämys kemiasta ja fysiikasta sekä niiden

aineenhallinnan haltuunotto jää opiskelijoiden omalle vastuulle. Tehtävät laboratoriotyöt tulevat olemaan opetussuunnitelman sisällöistä ja niissä nousevat esille hyvin monet 5. ja 6. luokkien fysiikan ja kemian oppisisältöihin kuuluvat käsitteet. Tutkimuksellisuus lähestymistapana opiskelussa taas nousee vallalla olevasta oppimiskäsityksestä. Oppimisympäristöksi olimme valinneet autenttisen ympäristön eli ammattikorkeakoulun kemian opetuslaboratorion, jossa samaan aikaan saattoi olla myös yliopistokeskuksen kemiantutkijoita tekemässä omia tutkimuksiaan. Ensimmäisellä kontaktikerralla kävimme läpi myös kurssiin kuuluvat oppimistehtävät. Ne olivat demon tekeminen, päiväkirjan kirjoittaminen, alku- ja loppukyselyihin vastaaminen ja tutustuminen fysiikan ja kemian osuuteen peruskoulun (erityisesti alakoulun) opetussuunnitelman perusteissa sekä kyseisten aineiden aineenhallintaan perehtyminen. Tämän lisäksi ensimmäisellä kerralla opettajaopiskelijat pääsivät tekemään pareittain yhden laboratoriotyön, jonka päätteeksi kävimme yhdessä koontikeskustelun työssä esiintyneiden käsitteiden varmentamiseksi.

Toisen kontaktikerran ohjelman olimme rakentaneet niin, että opettajaopiskelijat tulivat laboratorioon 20 minuuttia aikaisemmin kuin koululaisryhmä. Tällöin me kouluttajat annoimme informaatiota tehtävistä töistä ja niissä esiintyvistä asioista, luonnontieteellisen tutkimusrungon ja tietov:n käytöstä sekä muistiinpanojen tekemisestä. Työohjeet olimme toimittaneet monistettavaksi opettajaopiskelijoille etukäteen. Koululaisryhmän tultua paikalle jako 2+2 hengen ryhmiin tapahtui sujuvasti. Suojalasein ja lisäksi opettajaopiskelijat suojatakein varustautuneena pienryhmät kävivät tutkimaan avoimena tehtävänä annettua heiluriliikettä. Noin 45 minuutin kuluttua ensimmäinen tutkimus oli valmis ja ryhmät pitivät 10 minuutin mehuaun. Tauolta palattua pidettiin yhdessä lyhyt koontikeskustelu tehdystä työstä. Sitten me kouluttajat esitimme seuraavan työn virikkeeksi Rautavillan polttaminen-demonstraation, jonka jälkeen pienryhmät alkoivat tutkia palamiseen liittyviä asioita ohjeistettuna tehtävänä. Reilun tunnin kuluttua oli aika jälleen kokoontua yhteiseen koontiin, jossa kävimme läpi tehtyä työtä ja siinä esille tulleita käsitteitä. Tuokion päätimme palosammutin-demoon ja oppilaat lähtivät takaisin koululle opettajansa kanssa. Opettajaopiskelijat jäivät meidän kouluttajien kanssa vielä hetkeksi yhdessä pohtimaan, mitä rohkaisevia asioita, mitä yllätyksiä ja mitä epävarmuutta aiheuttavia asioita nousi mieleen äskeisestä. Samalla muistutimme opiskelijoita, että seuraavan kerran työohjeisiin kannattaa tutustua etukäteen ja päiväkirjaa on tarkoitus kirjoittaa joka kerran jälkeen.

Kolmas kontaktikerta oli järjestetty ohjelma-aikataulullisesti samoin kuin toinen kerta. Ennen koululaisten tuloa kävimme opettajaopiskelijoiden kanssa pikaisesti läpi työpisteiden työt, jotka olivat: 1. Suolan erottaminen hiekasta, 2. Kenen lapanen on lämpimin, 3. Kelluuko kananmuna, 4. Montako kertaa happamampi appelsiini on kuin sitruuna, 5. Kuperan linssin muodostama kuva, 6. Osaatko soittaa Ukko Nooaa limsapullolla ja juomapillillä ja vielä lisätehtävänä Liuos, seos ja liukeneminen. Työohjeet olimme suunnitelleet vaihteleviksi avoimuutensa suhteen. Koululaisten tultua paikalle töiden tekemiseen virittäydymme ihmettelemällä kananmunia, joiden kuoret oli liuotettu pois. Pienryh-

miin jako oli sama kuin edellisellä kerralla. Ryhmät työskentelivät itse valitsemassaan työjärjestyksessä, eikä kaikkia töitä ollut tarkoituskaan ehtiä tehdä. Mehutauko pidettiin ryhmälle työskentelyn lomassa sopivassa vaiheessa. Ennen oppilaiden poislähtöä kokoонуimme koontikeskusteluun ja palautteen antoon. Ihan lopuksi vielä opettajaopiskelijoiden kanssa pohdimme päivän antia ja tapahtumia. Tällöin opiskelijat saivat kertoa mielipiteitään erityisesti töiden sopivuudesta ja omasta roolista ohjaajana. Annoimme myös informaatiota seuraavalla kerralla esitettävistä demoista.

Viimeinen kontaktikerta kesti kaksi oppituntia. Sen aikana opiskelijat esitivat opiskelijoista muodostuneissa pienryhmissä tekemiä ja videoimia lyhyitä demo-videoita. Demon tekoa olimme ohjeistaneet seuraavasti: Se tehdään mieluiten parityönä, aihe pitää tulla opetussuunnitelmasta ja esitys saa kestää pari – kolme minuuttia. Ennen videon esitystä opiskelijat saavat kertoa, mitä varten kyseinen asia on hyvä esittää demona tunnilla sekä sen, missä vaiheessa opetusta kyseistä demoa on hyvä käyttää. Ihan viimeiseksi loppukoonnissa ennen loppukyselykaavakkeen täyttööä palasimme keskustelussa vielä siihen, milloin demon tekeminen ja sen esittäminen oppilaille on paikallaan.

Varsinaisen koulutustapahtuman aikana me kouluttajat suoritimme osallistuvaa havainnointia tekemällä havaintoja tapahtumista ja toiminnoista. Kunkin koulutuspäivän päätteeksi käyty ryhmäkeskustelu rakentui näiden havaintojen sekä mukana olleiden opettajaopiskelijoiden esille nostamien aiheiden ympärille. Tätä aineistoa olen käyttänyt tutkimusaineistona varsinaisen survey-kyselyaineiston ohessa.

### 6.1.3 **FyKe-kurssin pilottimalli ja sen arviointi**

FyKe-kurssin arvioinnissa tavoitteena oli tarkastella kehittämistutkimuksen kolmannen aallon 1. syklin kehittämisprosessia ja tuotosta. Kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti kurssin päätteeksi suoritettu survey-kysely, johon vastasivat kaikki 39 mukana ollutta opettajaopiskelijaa viimeisellä tapaamiskerralla. Kyselylomakkeen (liite 9) puolistrukturoidut avokysymykset olimme laatineet teemoittain kehittämistutkimuksen kolmannen aallon kehittämistehtävän pohjalta. Saamani laadullisen aineiston olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Opettajaopiskelijoiden päiväkirjojen, osallistuvan havainnoinnin ja ryhmäkeskustelujen tuottamaa aineistoa olen käyttänyt kyselyssä saamieni tietojen varmentamisessa ja selittämisessä apuna. Tutkimusaineiston olen luokitellut seuraavien pääteemojen mukaan: 1) Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet sekä 2) Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla. Taulukosta 29 selviää, kuinka aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista olen muodostanut alaluokkia ja vienyt ne kyselylomakkeesta saamieni valmiiden yläluokkien alle.

TAULUKKO 29 Kolmannen aallon 1. syklin kurssin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Opettajan rooli Omaa työtään tutkiva opettaja Motivointi Oppimisympäristö ja ilmapiiri Oppijan rooli Yhteistoiminta opettaja-oppija Tiedonsiirto ja -rakentaminen	Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet
Uuden oppiminen Kurssin sisältö ja tehtävät Lapsen kohtaaminen Aineenhallinta Ilmapiiri	Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla

Seuraavassa käyn läpi saamiani tuloksia teemaluokittain. Teemaluokkien sisältöjä kuvaamaan olen liittänyt mukaan myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista. Lopuksi teen koonnin 1. mesosyklin koulutuksesta ja johtopäätökset jatkotoimia varten.

Tutkimukseen osallistuneiden opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan *tutkimuksellisessa opiskelussa* opettajan toiminnan tulee olla tavoitteellista. Hänen tehtävänsä on asettaa raamit opiskelulle ja etukäteen valmistella mahdollisuuksia ja tilanteita tutkia ja löytää. Opettajan tehtävänä on ohjata ja tukea oppilaiden oppimista, johdattaa heidän toimintaansa vaikeiden asioiden ylitse esittämällä kysymyksiä ja antamalla vinkkejä, ei niinkään vastauksia. Hän ohjaa oppijoita tekemään työtä yhdessä. Olemalla aktiivisesti läsnä, havainnoimalla ja selvittämällä oppijoiden ennakkokäsityksiä opettaja saa omalle suunnittelulle pohjaa. Tutkimukseen osallistuneiden mukaan viime kädessä opettajan tehtävä on varmistaa käsitteiden ymmärtäminen ja ohjata oppilaiden ajattelua pois arkiajattelusta kohti luonnontieteellistä ajattelua.

*6025: "Ope ohjaa myös oppilaitaan selvittämällä ensin ennakkokäsitykset ja sitten ohjaamaan heidät rakentamaan uutta tietoa."*

*603: "Opettaja tukee lasten kehittymistä tutkijaksi."*

Opettajaopiskelijoiden mukaan omaa työtään tutkiva opettaja on rohkea ja avoin uusille tavoille. Hän ottaa asioista selvää, uskaltaa kokeilla ja epäonnistua. Hän reflektoi omaa toimintaansa kriittisesti ja on valmis muuttamaan sitä tarvittaessa. Hän on tavoitteellinen ja tietoinen siitä, mihin hän pyrkii. Hän luo turvallisen ja tekemään innostavan oppimisympäristön, jossa oppilailla on tilaa toimia, ajatella ja pohtia. Vuorovaikutustaitonsa ansiosta hän pystyy käymään rakentavia ja ohjaavia keskusteluja oppilaidensa kanssa ja uskaltaa kokeilla oppilaiden rinnalla "Tutkitaan yhdessä" -ajatuksella. Hän haluaa seurata aikaansa, olla kiinnostunut uusista tutkimuksista ja motivoitunut kehittymään omassa ammatissaan. Oppimisen ilo on säilynyt ja se myös näkyy ulospäin.

6038: *"... on innokas hankkimaan uutta tietoa, osaa reflektoida toimintatapojaan ja ajatuksiaan, uskaltaa kokeilla ja joskus epäonnistua."*

6025: *"Ottaa asioista selvää. Kehittää itseensä ja NÄKEE OPPIMISEN TÄRKEÄNÄ ITSELLEEN JA OPPILAILLEEN."*

6020: *"...tekee arviointia (jatkuvaa arviointia) itsensä ja oppilaiden suhteen."*

Opettajan tehtävänä on tutkimuksessa mukana olleiden opiskelijoiden mukaan herätellä oppilaat virikkeillä (esimerkiksi demonstroimalla) ja innostaa heitä sopivilla kysymyksillä tai ongelmilla ihmettelemään ja ottamaan selvää tutkitavasta asiasta sekä ajattelemaan itse, oivaltamaan. Heidän käsityksensä mukaan liian tarkka kertominen etukäteen saattaa latistaa tutkimuksen tekoa. Siksi on hyvä antaa jännityksen pysyä ilmassa loppuun saakka.

6033: *"Open pitää osata houkutella oppilaat hoksaamaan itse, ajattelemaan ja saamaan ahaa-elämyksiä."*

6031: *"Antaa oppilaille mahdollisuuden uteliaisuuden heräämiseen ja halun selvittää ongelma. Mielestäni se mahdollistaa oppimisen ilon."*

6029: *"... ohjaa oppilasta oivaltamaan, motivoitumaan, ottamaan vastuuta ja myös oppimaan."*

Opettajaopiskelijat olivat sitä mieltä, että opettajan tehtävä on huolehtia, että oppimisympäristö on vuorovaikutteinen ja aktivoiva. Hän kehittää oppimislanteita, joissa oppijat saavat tutkia, kokeilla ja pohtia asioita. Hän antaa niin konkreettisia kuin tiedollisiakin välineitä oppilaiden itsenäiseen työskentelyyn tulosten saavuttamiseksi. Luokassa täytyy säilyä turvallinen ja avoin ilmapiiri, jotta arvailujen ja tärkeiden kysymysten tekeminen on mahdollista, eikä epäonnistuminenkaan pelota.

6031: *"Open tehtävä on valita sellaiset materiaalit ja välineet, että oppilaat voivat itsenäisesti työskennellen saavuttaa toivottuja tuloksia."*

6013: *"Luokassa täytyy säilyä turvallinen ja avoin ilmapiiri, jossa oppilaille on mahdollisuus kysyä."*

Tutkimuksessa mukana olleet opiskelijat kuvasivat oppijan roolia monipuolisesti. Heidän käsityksensä mukaan oppilaan tulee ottaa vastuu omasta oppimisestaan. Heihin tulee luottaa ja heidän älyään tulee arvostaa. Opettajan tulee huolehtia, että ilmapiiri on turvallinen; silloin oppilaat uskaltavat ottaa riskejä ja epäonnistuakin. Oppilaiden ennakkokäsitykset voivat värittää heidän suhtautumista opittavaan asiaan ja oppilaasta voi olla hyvin hämmentävää huomata, että hän itse on käsittänyt aiemmin asian aivan väärin. Tutkimuksellisen

opiskelun oppimisympäristössä oppijat voivat itse kokeilla ja tehdä havaintoja, joiden perusteella he voivat joko hylätä, vahvistaa tai muuttaa omia käsityksiään. Opettajaopiskelijoiden käsityksen mukaan tutkimuksellisuus korostaa ajattelua, arvailuja, kysymysten esittämistä sekä yhteistyökykyä. Oppiminen tapahtuu tekemisen ja oivaltamisen, jopa ahaa-elämysten ja flow-kokemusten kautta; oppijat eivät ole passiivisia tiedon vastaanottajia, vaan toimivat aktiivisesti. Keskeistä on kyseleminen, asioiden selvittäminen ja pohdinta. Tietoa ja osaamista jaetaan. Tutkimuksellinen opiskelu on kyseenalaistamista ja kokeilua, jopa heittäytymistä tuntemattomaan.

6033: *"Pallo annetaan lapselle. Heihin luotetaan ja heidän älyään arvostetaan. Tärkeää se on tehdä turvallisessa ilmapiirissä. Silloin uskaltaa ottaa riskejä ja epäonnistua ilman tunnetta noloksi tulemisesta."*

6035: *"Oppilas prosessoi tietoa aktiivisesti, asettaa itse ongelman ja hankkii tietoja."*

6022: *"Tiedon rakentelua oman prosessoinnin ja reflektoinnin kautta. Mielekkäiden yhteyksien löytäminen vanhan ja uuden välille."*

Tutkimukselliseen opiskeluun opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan kuuluu, että opettaja itse on myös aktiivinen oppija yhdessä oppilaidensa kanssa. Hän ihmettelee ja pohtii oppilaiden kanssa antaen tilaa oppilaiden ajatuksille, eikä hän kerro valmiita vastauksia. Päärooli opiskelussa tulee joka tapauksessa olla oppilailla.

6024: *"Ope jakaa oman asiantuntijuutensa oppilaan kanssa. Ihmetellään yhdessä. Vuorovaikutus."*

Opettajaopiskelijoiden mukaan opettaminen ei voimassa olevan oppimiskäsityksen mukaan voi olla pelkää tiedonsiirtoa, vaan pikemminkin oppilaita ohjataan esimerkiksi opettajan tukikysymysten avulla tiedonlähteille tutkimaan kirjoja tai tekemään kokeita ja siten oman ongelmanratkaisun löytämiseen ja oppimisen iloon. Tavoitteena on ymmärtäminen ja uuden tiedon rakentaminen aiemmin opitun pohjalle.

6025: *"Ope ei opeta jotakin uutta, vaan ohjaa oppilaita kokeilemaan, tutkimaan ja luomaan tilanteita, missä he voivat saada uutta tietoa."*

6019: *"Ope ei ole koko ajan äänessä, vaan antaa oppilaille suunvuoroa."*

6037: *"Antaa tilaa oppilaiden ajatuksille, ei kerro vastauksia suoraan."*

Sisältöihin, kehitettyihin työtapoihin ja käytänteisiin FyKe-kurssilla oltiin tyytyväisiä. Tutkimustulosten perusteella kävi ilmi, että kurssin aikana demojen ja tutkimusten tekeminen oli luonut opettajaopiskelijoihin rohkeutta ja uskoa tulevaisuudessa tarttua FyKe-tutkimuksiin omassa opetuksessa. Oppilaiden kanssa

yhdessä kokeiden tekeminen ja niistä oppiminen koettiin pääosin mukavaksi tavaksi opiskella kemiaa, mutta toisenlaisiakin mielipiteitä oli. Tutkimuksellisuus opiskelussa ja erilaisten tehtävien (avoin, ohjeistettu, suljettu) salat olivat selkiintyneet. Myös omaa oppimaan oppimista oli päästy tarkkailemaan ja joi-takin omia vääriä ennakkokäsityksiä oli oiennut.

*6o31: "Opin todella paljon siitä, miten opin uutta! Siitähän opettajuudes-sa on kysymys!"*

*6o20: "Demojen ja tutkimustehtävien tekemisen myötä rohkaistuin var-maan tulevaisuudessa kokeilemaan fyke-opettamista."*

Opiskelijat pitivät kurssia monipuolisena. Oppimistehtävänä demon tekeminen koettiin sopivan laajuiseksi. Parasta koko kurssissa heidän mielestään oli se, että he itse saivat osallistua konkreettisesti kokeiden ja tutkimusten tekemiseen, luentomaisuutta ei ollut paljoakaan, sillä aineenhallintatiedon hankkiminen oli jätetty opiskelijoiden oman työn osuuteen.

*6o33: "Teorian hankkiminen oli omalla vastuulla, tunneilla toimittiin. Se oli hyvä, sitä ei juuri tule tehtyä kotona."*

*6o10: "Opetus oli monipuolista, mutta olisin kaivannut tietoa siitä, mitä fykeen alaluokilla kuuluu. Oppikirjoja olisi voinut tuoda näyttille. Oppilai-den mukaanotto opetukseen oli hyvä idea."*

Opettajaopiskelijoiden kokemusten mukaan lasten mukanaolo toi paineita, mutta toisaalta myös piristystä toimintaan. Etenkin ensimmäisellä laborointi-kerralla ne, jotka eivät olleet jostakin syystä tutustuneet työohjeisiin etukäteen, kertoivat jännittäneensä, kuinka tilanteesta selvittää, kun aineenhallintakin tuntui puutteelliselta. Toisella kertaa toiminta sujuikin sitten paremmin. Oppi-laiden mukanaolo antoi kokemusta ohjaajana olost ja oppilaiden kanssa yh-dessä oppimisesta. Se oli myös avannut silmiä havainnoimaan esimerkiksi to-teutettuja käytäntöjä ja tehtävänasetteluja, kun työt tehtiinkin lasten kanssa eikä vain aikuisryhmässä.

*06o12. "Fyke -osio oli hyödyllinen. Aluksi minulla oli ennakkoluuloja op-pilaiden tulosta tunneillemme. Yhdessä oivaltaminen ja oppiminen oli ki-va. Emme olleet opettajia vaan ohjaajia."*

*6o33: "Lasten ohjaaminen oli ihanaa. Oli tarpeen saada tehtävät etukä-teen, niin osasi valmistautua kotona."*

Opettajaopiskelijat olivat huolissaan omasta aineenhallinnastaan. He kokivat sen olevat hyvin heikolla pohjalla, mutta he olivat huomanneet, että sen saami-nen ajan tasalle oli kuitenkin heistä itsestä kiinni.



6o20: *"...koska oma aineenhallintani on sen verran huteralla pohjalla, minun täytyy lukea ja hioa omia taitojani."*

6o34: *"En ole koskaan opettanut fyketä joten itselläni on aineenhallinnassa todella paljon tekemistä etten anna lapsille vääriä perustavanlaatuisia ajatuksia."*

Tutkimustulosten perusteella opettajaopiskelijat olivat kokeneet, että FyKe-kurssi oli kokonaisuutena mielekkäästi toteutettu. Uteliaisuus tutkimuksellista lähestymistapaa ja sen käyttämistä kohtaan tulevaisuudessa käytännön työssä oli herätetty. Ilmapiiri oli koettu innostavaksi ja tunteista oli jäänyt positiivinen mieli. Kouluaikaiset kokemukset ja pelot kemiaa kohtaan olivat hälvenneet.

6o38: *"Kouluaikaiset kokemukset olivat laimeita ja negatiivisia. Saitte syttymään minussa tutkijan, jota tulen kehittämään"*

**Yhteenvetona** voi todeta, että järjestetyn FyKe-kurssin aikana kehittämistutkimukseen osallistuneet opettajaopiskelijat harjoittelivat tutkimuksellista opiskelua ja sen ohjausta sekä opiskelivat samanaikaisesti aineenhallintaa.

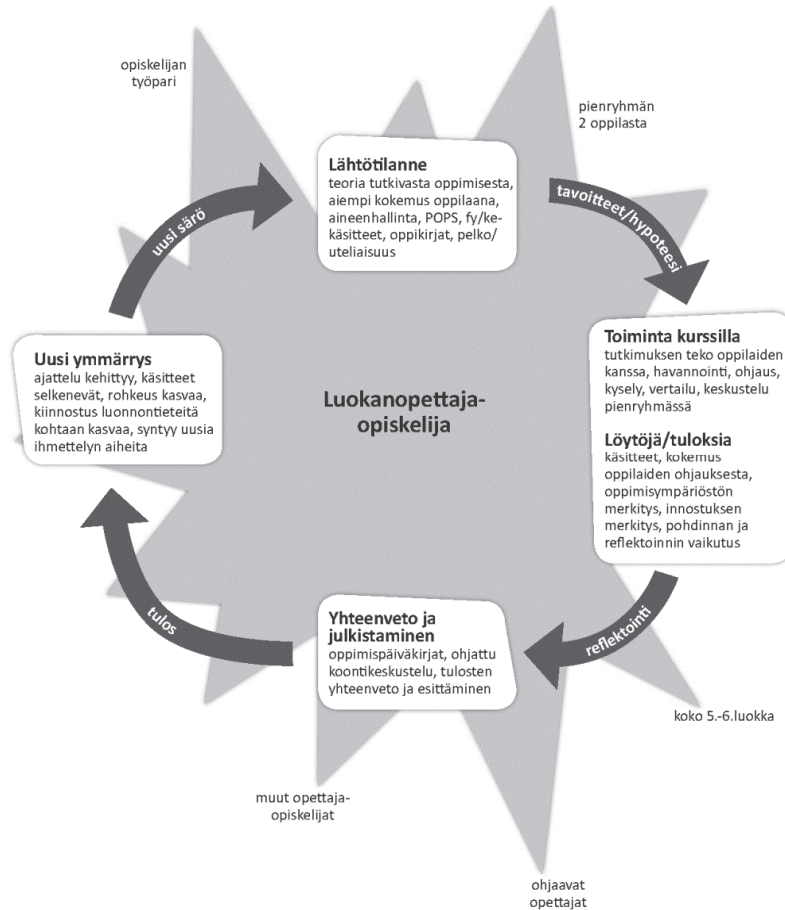
Ensimmäisenä tutkimustehtävänäni selvitin heidän käsityksiään ja kokemuksiaan tutkimuksellisen opiskelun haasteista ja mahdollisuuksista sekä opettajan että oppijan näkökulmasta. Saamieni tutkimustulosten mukaan opettajaopiskelijat olivat lähinnä teoriatasolla hyvin selvillä siitä, millaisia muutoksia tutkimuksellinen opiskelu toisi mukanaan opettajan ja oppijan rooleihin. Käytännön kokemusta heillä ei juuri asiasta ollut ennen kurssille tuloa. He kertoivat tietävänsä, että opettajan tehtävänä on esimerkiksi valmistella aktivoiva ja vuorovaikutteinen oppimisympäristö; samoin he kertoivat tietävänsä, että opettajan tulee ohjata ja tukea oppimistilanteessa opiskelua sekä varmentaa käsitteiden ymmärtämistä ja johdattaa arkiajattelusta luonnontieteelliseen ajatteluun (vrt. esim. Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Rankin 2000a; Hakkarainen ym.1999a, 6–23). He kertoivat myös tietävänsä, että omaa työtään tutkiva ja itseohjautuva opettaja reflektoi työtään kriittisesti (vrt. esim. Karjalainen ym. 2004; Ruohotie 2000; Koro 1998). Lisäksi he kertoivat tietävänsä teoriatasolla, että opettaja on valmis uudistumaan tarpeen mukaan ja rohkeasti kokeilee uutta epäonnistumisia pelkäämättä. Lisäksi opettajan tehtävänä on tutkittavien mielestä myös motivoida oppilaitaan erilaisin virikkein ja innostaa heitä turvallisessa ilmapiirissä virheitä pelkäämättä kysellen ja pohtien etsimään ja rakentamaan omaa tietoaan yhdessä toisten kanssa. Oppijan puolestaan tulee ottaa vastuuta omasta oppimisesta olemalla aktiivinen ja toimimalla yhdessä toisten oppijoiden kanssa (vrt. Rankin 2000a; Bruner & Kenney 1966).

Toisena tutkimustehtävänäni selvitin, kuinka opettajaopiskelijoiden mukaan FyKe-kurssin sisältö, työtavat ja käytänteet olivat luoneet mahdollisuuksia ja vastanneet niihin haasteisiin, joita heillä oli tälle kurssille. Saamieni tulosten mukaan FyKe-kurssin aikana opettajaopiskelijat olivat kokeneet, että he olivat oppineet uutta kemiasta ja sen tutkimuksellisesta opiskelusta etenkin demoja tekemällä ja lasten kanssa kokeellisten tutkimusten tekemisen myötä. Niinpä he

omien käsitystensä mukaan olivat valmiita viemään tutkimuksellisuutta omaan opetukseensa. Kurssin sisältö heidän käsitystensä mukaan oli ollut monipuolinen. Opiskelijoilla oli aluksi ollut ennakkoluuloja oppilaiden mukanaolosta koulutuksessa, mutta kertomansa mukaan he olivat saaneet arvokasta käytännön kokemusta oppilaiden ohjaamisesta sekä samalla päässeet kurkistamaan oppilaiden ajatusmaailmaan ja heidän tapaansa rakentaa tietoa. Oman aineenhallintansa opettajaopiskelijat kokivat edelleen kurssin päätyttyäkin olevan heikon, mutta omien käsitystensä mukaan he saavat sen itse opiskelemalla ajan tasalle. *FyKe*-kurssin toteutustapa koettiin mielekkääksi kokonaisuudeksi ja opettajaopiskelijat korostivat erityisesti käytännön tekemisen merkitystä. Uteliaisuus tutkimuksellista opiskelua kohtaan oli herännyt ja omat kouluaikaiset pelot olivat hälvenneet.

## **6.2 Mesosykli 2: *FyKe*-kurssin edelleen kehittäminen, toteutus ja arviointi**

Ensimmäisen, vuonna 2007 järjestetyn *FyKe*-kurssin jälkeen päätimme, että kehitämme kurssia määrätietoisesti eteenpäin. Niinpä vuosittain ajalla 2008–2011 järjestäessämme *FyKe*-kurssin teetimme kurssin aluksi alkukyselyn ja päätteeksi loppuarvioinnin, joista saatuja tietoja käytimme hyväksi kehitystyössä. Vuonna 2010 järjestetystä koulutuksesta tehdystä tutkimuksesta teimme myös julkaisun. Artikkelini nimeltään *Luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä ja kokemuksia tutkimuksellisesta opiskelusta fysiikka/kemian kurssilla* julkaistiin Kemian opetuksen päivien julkaisussa vuonna 2010 (Rukajärvi-Saarela, Sarkkinen & Aksela 2010). Kuviossa 16 olen kiteyttänyt *FyKe*-kurssitoimintaa autenttisessa toimintaympäristössä luokanopettajaopiskelija keskiössä.



KUVIO 16 Luokanopettajaopiskelijan tutkimuksellinen opiskelu FyKe-kurssilla (Rukajärvi-Saarela ym. 2010, 165)

Seuraavaksi käyn läpi kolme teemaa, jotka päätin nostaa kehittämistutkimukseni kolmannen aallon toisessa ja samalla viimeisessä mesosyklissä kehittämisen erityiskohteiksi vuoden 2012 FyKe-kurssisuunnitelmaa tehtäessä. Teemat olivat: 1) Aineenhallinnan haltuunotto, 2) Opetussuunnitelman perusteet ja kemian tutkimuksellinen opiskelu sekä 3) Reflektioiva prosessipäiväkirja opiskelun tukena.

Vaikka vuosina 2007–2011 tehdyistä tutkimustuloksista oli käynyt ilmi, että tutkittavat olivat kokeneet FyKe-kurssin toteutustavan mielekkääksi kokonaisuudeksi, oli heillä etenkin aineenhallinnassa vielä kurssin jälkeenkäin parantamisen varaa. FyKe-kurssin ensimmäisellä kontaktikerralla olimme kertoneet heille, että aineenhallinnan haltuunotto jää heidän vastuulleen ja on heidän oppimistehtävänsä. Oppimateriaaleiksi suositelimme peruskoulun ja lukion ke-

mian ja fysiikan oppikirjoja sekä kerroimme, että Internetistä löytyy lisämateriaalia runsaasti. Erityisesti suosittelimme, että 5.-6. luokkien FyKe-kirjat toimisivat oivallisina lähtökohtina opiskelulle. Olimme kuitenkin käytännössä todenneet, että tämä ohjeistus ei ollut johtanut toivottuun tulokseen, joten aineenhallinnan haltuunotto päättyi yhdeksi kehittämiskohteeksi.

Toinen kehittämiskohde liittyi opetussuunnitelmaa koskevaan oppimistehtävään, jonka ohjeistamista havaintojemme mukaan oli syytä tarkentaa. Olimme kunkin kurssin ensimmäisellä tapaamiskerralla kertoneet opiskelijoille, että heidän tehtävänä on tutustua fysiikan ja kemian osuuteen peruskoulun (erityisesti alakoulun) opetussuunnitelman perusteissa sekä sen yleisestä osiosta selvittää itselle vallalla oleva oppimiskäsitys sekä oppimisympäristöön ja opetusmenetelmiin liittyvät asiat. Kurssin aikana näihin asioihin keskusteluissa viitattessamme havaitsimme, että opiskelijat eivät olleet omien sanojensa mukaan löytäneet hajallaan olevia tietoja. Siksi opetussuunnitelman perusteet ja kemian tutkimuksellinen opiskelu päättyivät toiseksi kehittämiskohteeksi.

Kolmanneksi kehittämiskohteeksi muotoutui refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoitusohjeistus. Ensimmäisen FyKe-kurssin alussa vuonna 2007 emme sitä olleet erityisemmin ohjeistaneet; olihan päiväkirja ollut opiskelijoilla käytössä Tutkiva oppiminen -jaksolla sen muissa osioissa. Kun tutkimustani varten perehdyin näihin päiväkirjoihin, totesin, että varsinainen reflektointi niissä oli vähäistä. Ne olivat pääosin tehtyjen tutkimusten työohjeiden uudelleen kirjoitusta ilman erityisempää pohdintaa. Tästä syystä niiden käyttö vuoden 2007 tutkimuksessakin oli jäänyt vähäiseksi. Päiväkirjan kirjoituksen ohjeistus tarvitsi siis kehittämistä.

Vuoden 2012 FyKe-kurssin suunnittelun perustimme kolmannen aallon 1. mesosyklin kehittämistutkimuksesta saatuihin tuloksiin sekä vuosien 2007–2011 aikana FyKe-kurssin järjestämiselle muotoutuneen kehittämissidean pohjalta. Ennen uuden FyKe-kurssin alkua keväällä 2012 tein lisäksi empiirisen tarveanalyysin, jota kuvaan luvussa 6.2.1. Kehittämistehtävänä tässä kolmannen aallon 2. syklissä oli parantaa FyKe-kurssimallia uudistamalla laboratoriotyöohjeita ja kiinnittämällä erityisesti huomiota refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisen sekä aineenhallinnan haltuunottotavan ohjeistamiseen. Luvussa 6.2.2 kuvaan koulutuksen suunnittelua ja toteutusta ja luvussa 6.2.3 esitän FyKe-kurssimallin arvioinnin ja tutkimustulokset sekä niistä tekemäni päätelmät.

### **6.2.1 *Empiirinen tarveanalyysi: Reflektointipäiväkirja tutkimuksellisen opiskelun tukena luokanopettajakoulutuksessa***

Kolmannen aallon 2. syklin FyKe-kurssille osallistui yhteensä 39 luokanopettajaopiskelijaa. Halusimme selvittää koulutuksen kehittämisen tarpeita ja mahdollisuuksia myös heidän näkökulmastaan. Siksi teimme empiirisen tarveanalyysin ja koulutukseen tulijat saivat vastatakseni Opelix-ympäristössä alkukirjeen mukana lähetetyn survey-kyselylomakkeen (liite 8). Kysymysten laadinnassa käytimme pohjana kolmannen aallon 1. mesosyklissä laadittua alkukyselylomaketta (liite 7). Kyselyvastaukset yhdessä opiskelijoiden päiväkirjakirjoitusten alussa kirjoittamille kurssitavoitteille muodostivat aineistoni empiiri-

selle tarveanalyysille. Me kouluttajat pääsimme lukemaan opiskelijoiden sessipäiväkirjoja Opelixista.

Saamani laadullisen aineiston (kyselyvastaukset ja päiväkirjakirjoitukset) analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Ryhmittelin vastaukset kyselyrunkoa apuna käyttäen kolmeen yläluokkaan: 1. Kemian luonne opetettavana oppiaineena, 2. Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet sekä 3. FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia ja haasteita. Taulukosta 30 selviää, kuinka olen muodostanut aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista alaluokkia ja vienyt ne yllä esitettyjen valmiiden yläluokkien alle. Tutkimustuloksia käytimme FyKe-kurssin ohjelman, sen sisältöjen ja käytännön toteutustapojen laadinnassa.

TAULUKKO 30 Kolmannen aallon 2. syklin tarveanalyysin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Opettajan rooli Omaa työtään tutkiva opettaja Motivointi Oppimisympäristö ja ilmapiiri Oppijan rooli Yhteistoiminta opettaja-oppija Tiedonsiirto ja -rakentaminen	Kemian luonne oppiaineena: oma kokemus kouluajalta
Uuden oppiminen Kurssin sisältö ja tehtävät Lapsen kohtaaminen Aineenhallinta Ilmapiiri	Kemian luonne oppiaineena: oma kokemus kemian opetuksesta
Substanssiosaaminen Tutkimuksellisuus (teoriatieto) Tutkimuksellisuus (käytännön kokemus) Motivointitapoja Tilaratkaisut (käytännön kokemus)	Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
Opetusmenetelmät Sisällöt Tavoitteet	Odotuksia FyKe-kurssille

*Mielikuvaan kemiasta oppiaineena ovat vaikuttaneet tutkimukseen osallistuneiden opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan oman kouluaikaisen kemian opettajan asenne ja hänen tapansa opettaa sekä käyttämänsä opetusmenetelmät. Toisaalta, kun oppiaineessa oli menestynyt hyvin, oli siitä myös tykännyt; asioiden oppiminen ja ymmärtäminen oli tuottanut sisäistä mielihyvää. Vastauksista nousi esille myös pelko kemiaa kohtaan ja se, että luonnontieteistä on jäänyt kuva, että ne ovat liian vaikeita ymmärrettäviksi.*

*12o13k: " Tunnit siis enimmäkseen omalla kohdallani meni siihen toiveajatteluun, että 'pliiis, älä tule tänne, älä tule tänne!!' Aihe oli alussa kiinnostava, mutta tuo tunneilla 'pelkääminen' vei kuitenkin voiton. Onneksi minulle sattui pariksi sellainen poika, joka osasi kemiallisia kokeita."*

12o16k: *"Opettaja oli innostava ja sopivan rento ihminen, ei turhaa pingotusta. Sain aineen opiskelusta positiivisia kokemuksia, mutta se tarjosi myös riittävästi haasteita. Onnistumiset olivat palkkio tehdystä työstä ja tuntui hyvältä kun ymmärsi ja oppi asioita."*

Myös elämäkokemus ja työkokemus näkyvät selkeästi vastuksissa. Moni opettajaopiskelijoista oli jo opettanut itsekin FyKe:ä 5.–6. luokkalaisille tai samoja ilmiöitä alaluokille tai esikoulussa. Sen opettaminen oli pääosin koettu mukavaksi, mutta haastavaksi; kemian tuntien valmisteluun oli mennyt tavanomaista tuntivalmistelua enemmän aikaa. Toisaalta positiivisena kokemuksena he kertoivat, että oppilaat poikkeuksetta pitivät tunneista, joilla oli toimintaa. Joitakin opettajaopiskelijoita kemian opetus ei vain kiinnosta.

12o6k: *"Olen opettanut kemiaa ympäristöopin muodossa 1-4 luokille viimeisten 10 vuoden aikana. Jostain syystä on ollut kiva opettaa ympäristöoppia ja sen sisällä veden olomuotoja tai ilman ominaisuuksia, koska en ole koskaan ajatellut opettavani kemiaa. Jos olisin ajatellut opettavani kemiaa, olisin suhtautunut asiaan toisella tavalla. Kemia on pelottavaa ja jotain vaikeaselkoista!!! Ei se kai oikeasti sitä ole."*

12o19k: *"Olen opettanut jonkin verran 5-6luokkalaisille. Harrastuneisuuden puuttuessa aineeseen ei tunnin pito ole kovin intohimoista."*

Kokemusta kemiasta ja sen sisältötiedosta ennen FyKe-kurssia oli jo osalle tutkitavista opettajaopiskelijoista ehtinyt tulla opetusharjoittelussa. He olivat kokeneet, että alakoulun kemian sisällöt ovat arkeen kytkettäviä ja järkeenkäyviä, eikä kauhean vaikeita. Suuri osa kuitenkin koki, että aineenhallinta on haaste ja kaipaa kertaamista ja haltuunottoa. Avoimin ja positiivisin mielin he kertoivat tulevansa kurssille rakentamaan omia tietojaan ja taitojaan.

12o34k: *"Luulenpa, että tietoni kemiasta on aikalailla heikko tällä hetkellä. Nyt kun katson tyttäreni kemian ja fysiikan kirjaa tätä ennakkotehtävää varten, huomaan että kirja sisältää aika arkisiakin asioita. Sellaisia, joita on nähtävillä omassakin elämässä....miksikähän ne silti tuntuvat niin vaikeilta."*

12o3k: *"En koe omaavani kemiasta juurikaan tietopohjaa; varmasti osaan monia asioita toki soveltaa käytännössä, mutta teoreettista tietopohjaa ja käytännön/teorian kytköstä en koe omaavani."*

Opettajaopiskelijoiden kokemuksen mukaan opettajan oma innostus ja mielenkiinto opiskeltavaa asiaa kohtaan heijastuvat oppijoihin. Tunnille virittäytymisen he olivat kokeneet tärkeäksi. Se voi tapahtua vaikkapa tuoksutellen, tarinaa kuunnellen tai kuvaa katsoen. Myös opetuksen kytkeminen oppilaiden arkipäivään ja tutkittavien ilmiöiden ottaminen arjesta olivat opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan hyviä tapoja saada lapset innostumaan ilmiöiden ihmette-

lystä ja sitä myöten tutkimisesta ja oppimisesta. Heidän käsityksensä mukaan on tärkeää lähteä liikkeelle oppilaiden lähtötasolta ja heidän ajatusmaailmaansa käsin. Tässä auttaa ennakkotietojen kerääminen tavalla tai toisella. Itse tekeminen, kokeileminen ja havainnointi sekä niistä vuorovaikutuksessa toisten kanssa pohtiminen syventää asioiden ymmärtämistä.

*12o20k: "Aiheen saaminen lähelle lasten arkipäivää, lapset saavat itse oivaltavaa, tai ainakin tähän pyrin, en tiedä olenko onnistunut... Lapset oppivat kun tietävät asiasta jo ennakolta jotain, lisäksi kannatan käsillä tekemistä oppimisen välineenä."*

*12o24k: "Oma innostus ja mielenkiinto opiskeltavaa asiaa kohtaan heijastuu varmasti oppilaisiin. Kannustava, innostava, kokemuksellista ja elämyksellistä oppimista, oppilaan osallistumiselle ja oivaltamiselle tilaa antava opetus mielestäni tärkeää. Asioita myös pohdiskellaan yhdessä ja ratkaisuja haetaan ennenkuin tartutaan valmiisiin vastauksiin (oivaltava oppiminen). Asioita opitaan yhdessä tutkimalla ja kokeilemalla."*

Tutkittavien käsitysten mukaan välineet ja tilat eivät sinänsä ole ratkaisevia tutkimuksellisen opiskelun toteutumiseksi, vaan opettajan asenne ratkaisee enemmän. Nimittäin hiekkalaatikolla tai keittiössä voi oikein mainiosta tehdä havaintoja ja päätelmiä vaikkapa erotusmenetelmistä tai höyrystymisestä. Mutta koulussa väljät tilat ja asianmukaisesti säilytetyt ja helposti saatavilla olevat välineet ja materiaalit antavat mahdollisuuden ryhmätyöskentelyyn ja takaavat paremmin työrauhaa. Tietolähteille pääsy tulee myös huomioida varustelussa.

*12o3k: "Ja tutkimalla voi oppia monenlaisissa tiloissa, asenne enemmänkin ratkaisee!"*

*12o35k: "Ei tarvitse olla vain ja ainoastaan opetustilaa. Voidaan myös lähteä luontoon. Silti, joka aineelle tulisi olla oma tilansa. Fyken luokassa tulisi olla hyvät mahdollisuudet pari- ja ryhmätyöhön, ja luokan tulisi olla järjestäytyneet ja järjestetty. Tutkivan oppivan välineet pitäisi saada hyvin järjestykseen tiettyihin kaappeihin ja tietyille hyllyille. Luokassa tulisi olla ainakin pari tietokonetta."*

Teoriatasolla opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan tutkimuksellisuus pitää sisällään oppilaiden itse tekemiä kokeita ja havaintoja. He dokumentoivat tuloksia ja pohtivat syitä ja seurauksia tehden päätelmiä usein ryhmätyönä. Opettaja valmistelee puitteet ja toimii valmentajana. Itse menetelmä saa oppilaat innostumaan, koska he pääsevät toimimaan aktiivisesti ja kokemaan oivalluksia. Teoriatieto saadaan rakennettua käytännön kanssa yhteen vertaamalla kokeen tuloksia teoriaan. Tutkimuksellinen opiskelu on asioiden tietopuolisen vastaanottamisen lisäksi kokeilemista käytännössä ja siitä havaintojen sekä johtopäätösten tekemistä. Näin opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan rakentuu polku tietämisestä tekemisen kautta ymmärtämiseen.

12o7k: *"Opettaja valmistele puitteet (oppimisympäristö) tutkivalle oppimiselle, mutta jättää tilaa oppilaan omalle ongelmanratkaisulle ja tutkimiselle (kaikkea ei pureksita valmiiksi)."*

12o16k: *"Tutkiva oppiminen on mielestäni sellaista, että tutkitaan jotakin olemassa olevaa ilmiötä, todetaan se kokeilemalla, jos mahdollista ja sen jälkeen aktiivisesti opiskellen etsitään aiheesta teoretietoa. Opiskelija itse on aktiivinen osallistuja, valmiita vastauksia tai malleja ei anneta."*

Kokemusta tutkimuksellisuudesta opettajaopiskelijat olivat saaneet lähinnä teknologiakasvatuksen koulutuksessa. Samoin jotkut opiskelijoista olivat päässeet sitä kokeilemaan edellisen kuukauden aikana opetusharjoittelun yhteydessä. Jos he kertoivat kokemuksistaan oman työhistorian ajalta, liittyivät ne useimilla esikouluryhmien kanssa saatuihin kokemuksiin luonnon tutkimuksista tai ympäristötiedon tunneilla tehtyihin pieniin kokeisiin.

12o10k: *"Teknologiakasvatus täällä Kokkolassa. Ja itse asiassa kaikki oppimiseni pyrkii menemään tuolle alueelle, jos vain saan siitä itse päättää."*

12o16k: *"Yritin omassa yhdessä fysiikan opetustuokiossani harjoittelun aikana toteuttaa ainakin osittain tutkivaa oppimista. Teimme kokeita virtapiiristä..."*

Omista tavoitteistaan ja toiveistaan FyKe-kurssin alkaessa opettajaopiskelijat kirjoittivat päiväkirjoissaan. Tärkeäksi asiaksi he kokivat sen, että pystyisivät kurssin myötä hahmottamaan opetussuunnitelman perusteiden kautta luonnontieteiden kokonaisuuden ja keskeiset oppiainesisällöt. He kertoivat haluvansa parantaa omaa aineenhallintaa ja saada selkeyttä kemiaan kuuluvista aihealueista. Opiskelijat kokivat tarvetta päästä itse toimimaan ja kokeilemaan käytännössä tutkimuksellista opiskelua sekä saada toiminnallisia ideoita käytännön opetustyön järjestämiseksi. He ilmaisivat myös tarpeensa saada ideoita innostavan ja havainnollisen opetustilanteen suunnitteluun ja toteuttamiseen. Heitä mietitytti, kuinka päästä alkuun toiminnallisen opiskelun kanssa. Myös käytettävään välineistöön ja materiaaleihin he haluaisivat päästä tutustumaan ja kokeilemaan niitä käytännössä.

12o34p: *"Tavoitteenani tälle kurssille pidänkin sitä, että saisin varmuutta oppiaineen sisältöön. Haluan tutustua siihen, mitä oppiaine sisältää ja miten sitä voisi lähteä lasten kanssa opettelemaan. Tässä oppiaineessahan on oivat mahdollisuudet tehdä käytännön tehtäviä ja harjoituksia. Siihenkin kaipaan ideoita. Toivoisin, että tulevaisuudessa tämä oppiaine ei jäisi enää niin vähälle huomiolle ja ehkä olisi paikallaan opetella kytkemään oppiaineen sisältöjä myös muuhunkin koulun arkeen, sillä aiheethan ovat hyvin arkielämään kytkettävissä."*



Kurssin alussa nousi esille myös tarve saada oma asenne oppiainetta kohtaan muuttumaan positiivisemmaksi. He pohtivat myös riittämättömyyden ja pelon tunteista kemiaa kohtaan, varsinkin jos omat tiedot ja taidot tuntuivat kovin puutteellisilta.

*12o19p: "Fysiikan ja kemian opinnot kun alkoivat, en oikein osannut odottaa mitään. Vaikea aine, johon varmuuden saaminen vie aikaa ja opiskelua. Jos perusasiat eivät edes ole kunnossa, voiko toisia opettaa ilman epävarmuuden liiallista näyttämistä? Tämän asetin itselleni tavoitteeksi, eli sen että koen onnistumisen iloja ja opin "opettamaan" kyseistä ainetta. Ei siis kovin vaikeaa? Huh huh.."*

*12o33p: "Haluan saada enemmän itsevarmuutta oppiaineisiin. Haluan saada vinkkejä miten parhaiten selittää jokin vaikea asia oppilaille, joka ei meinaa ymmärtää."*

Opettajaopiskelijat esittivät päiväkirjajakoituksissaan myös toiveista saada suoria eväitä mukaan omaan opetukseen, mutta myös siitä, että tutkivan oppimisen periaate sisäistyisi ja sitä voisi sitten soveltaa omassa opetuksessa.

*12o39p: "Tavoitteena on sisäistää tutkimalla oppimisen periaatteet, jotta voisin soveltaa niitä onnistuneesti luokkatilanteessa."*

**Kokoavasti** empiirisen tarveanalyysin tuloksista voi todeta, että tutkimustulokset noudattivat hyvin samaa linjaa kuin mitä olin saanut tuloksiksi vuonna 2007 tehdyssä ensimmäisen syklin tarveanalyysissä. Kemia oppiaineena herätti edelleen sekä positiivisia että negatiivisia tunteita riippuen lähinnä omista kouluikäisistä kokemuksista. Tulevan koulutuksen aikana haluttiin parantaa omaa aineenhallintaa sekä tutustua kemiaan kokeellisena luonnontieteenä. Tutkimuksellisuudesta opetuksessa haluttiin myös saada kokemusta, jotta se voitaisiin ottaa työkaluksi omaan työhön. Koulutuksen aikana toivottiin käytettävän käytännönläheisyyttä ja omaa tekemistä. Myös nämä seikat päätimme huomioida rakentaessamme kurssin ohjelmarunkoa ja sisältöjä.

#### **Tarveanalyysistä prosessipäiväkirjan punaiset langat**

Edellä kuvatun tarveanalyysin perusteella FyKe-kurssisuunnitelmaa ja etenkin prosessipäiväkirjan kirjoittamisen ohjeistusta laatiessamme nostimme tarkasteltaviksi seuraavat neljä näkökulmaa:

1. oma asenne oppiaineeseen (motivaatio)
2. sisällönhallinta
3. oma asenne tutkimuksellisuuteen oppimisessa ja opettamisessa
4. oppimisympäristö (fyysinen ja psyykinen).

Opiskelijat kirjoittivat alkukyselyssä omista asenteistaan kemiaa kohtaan toisaalta omien kouluikäisten muistikuvien, toisaalta omien työkokemusten tai henkilökohtaisten, esimerkiksi omien lasten koulunkäynnin yhteydessä muo-

dostuneiden kokemusten perusteella. He liittivät nämä kokemukset ja käsitykset usein siihen, millainen heidän oma kiinnostuksensa ja motivaationsa kemiaa kohtaan oli kirjoitushetkellä. Näistä syistä johtuen asetimme yhdeksi punaiseksi langaksi päiväkirjapohdinnoille omat asenteet kemiaa kohtaan.

Sisällönhallinnan osalta alkukyselyssä tuli esille opettajaopiskelijoiden tuntema kemian sisällönhallinnan puutteellisuus samoin kuin tietämättömyys siitä, mitä ja miten kemian asiat on esitetty opetussuunnitelmien perusteissa. Omaksi tavoitteeksi moni oli asettanut aineenhallinnan parantamisen, joten sen päätimme ottaa toiseksi punaiseksi langaksi prosessipäiväkirjoissa seurattavaksi.

Tutkimuksellisen lähestymistavan suhteen useimmat opettajaopiskelijat tunnistivat olevansa paljolti uuden edessä. Teoriatasolla tietoa tutkimuksellisuudesta oli hankittu, samoin kokemusta opettajakoulutuksessa esimerkiksi Teknologiakasvatuksen kurssilla ja joidenkin kohdalla myös opetusharjoittelun yhteydessä, mutta esimerkiksi oppilaiden ohjaaminen käytännön tilanteessa tuntui heistä mutkikkaalta. Tästä syystä päätimme ottaa tarkasteltavaksi kolmantena punaisena lankana opiskelijan oman asenteen tutkimuksellisuutta kohtaan oppimisessa ja opettamisessa erityisesti, kun kurssille oli tulossa myös oppilaita mukaan.

Oppimisympäristön pohtiminen laajemmassa mielessä valittiin prosessipäiväkirjoissa kirjoittamisen neljänneksi punaiseksi langaksi, koska alkukyselyssä opettajaopiskelijat olivat puhuneet paljon oppimisympäristöön liittyvistä niin fyysisistä kuin psyykkisistä seikoista, joiden he mielsivät vaikuttavan oppimiseen.

### 6.2.2 Kehittämisprosessi 2: FyKe-kurssin jatkosuunnittelu ja toteutus

Rakenteellisesti vuoden 2012 FyKe-kurssin järjestelyt noudattivat keväällä 2007 järjestetyn kolmannen aallon 1. mesosyklin koulutuksen järjestelyjä. Kurssille osallistui 39 luokanopettajan aikuiskoulutuksessa opiskelevaa opettajaopiskelijaa ja koulutus tapahtui opetuslaboratorioympäristössä. Koulutus käsitti myös nyt 12 kontaktiopetustuntia, joista 2 tuntia käytimme aloituskerralla ja 2 tuntia lopusta oli varattu koontiin ja opettajaopiskelijoiden tekemien demojen yhteiseen tarkasteluun. Kontaktiopetuksesta 2 x 4 tuntia toteutui siten, että mukana oli myös 5.–6. -luokan oppilaita oman opettajansa kanssa. Tällöin muodostettiin pienryhmiä, joihin kuului keskimäärin kaksi opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta.

Kontaktiopetuksen lisäksi FyKe-kurssin suorittaminen sisälsi 17 tuntia omatoimista opiskelua, jonka koostumukseen ja ohjeistukseen teimme tässä vaiheessa tarkennuksia vuosien 2007–2011 varrella saamamme kokemuksen ja palautteiden perusteella. Omatoimisen opiskelun eli oppimistehtävät määritimme seuraavasti:

1. FyKe-käsitteiden haltuunotto
2. tutustuminen peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (2004) ympäristötiedon, kemian ja fysiikan osioon sekä yleisessä osiossa oppimiskäsitys-, oppimisympäristö- ja työtavat -osioihin

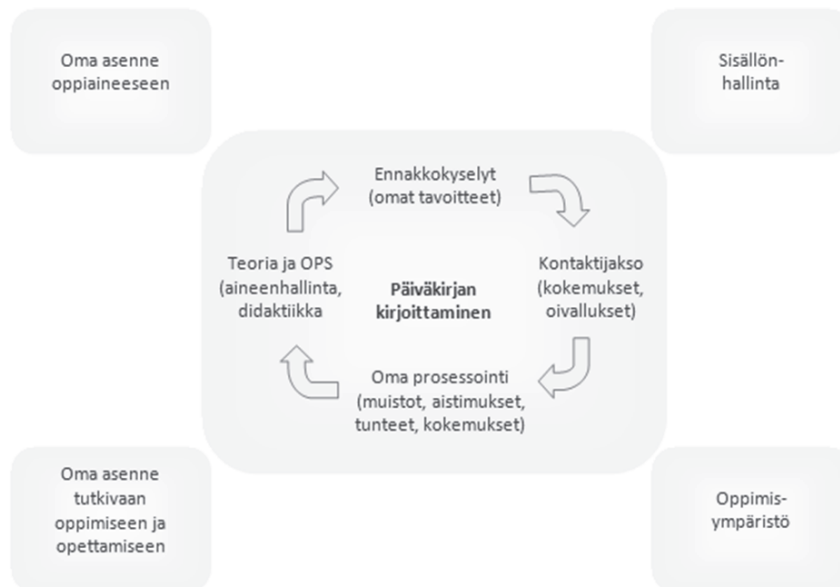
3. demovideon suunnittelu, tekeminen ja esittäminen ryhmälle
4. refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen koko kurssin ajan
5. alkukysely
6. loppuarviointi.

Ennen kontaktijakson alkamista opettajaopiskelijat saivat täytettäväkseen ennakotehtävänä alkukyselylomakkeen (liite 8), jonka yhteydessä keräsin luvussa 6.2.1 analysoitua survey-kyselyaineistoa tätä tutkimusta varten. Kyselyn tavoitteena oli samalla saada opiskelijat miettimään kemiaan ja fysiikkaan liittyviä kokemuksia ja asioita. Toisena ennakotehtävänä heillä oli selvittää ja kirjoittaa Optimaan antamamme listan (liite 22) mukaan kemiaan ja fysiikkaan liittyvistä ilmiöistä ja käsitteistä, jotka olimme poimineet 5.–6. luokan peruskoulun opetussuunnitelman valtakunnallisista perusteista (Opetushallitus 2004) ja jotka tulisivat esiintymään kontaktiopetuksen yhteydessä tehtävissä töissä. Samoin he saivat tutustuttavakseen tekemämme vihkosen, johon olimme koonneet tietoa fysiikan ja kemian osiosta peruskoulun (erityisesti alakoulun) opetussuunnitelman perusteissa sekä oppimiskäsitykseen, oppimisympäristöön ja työtapoihin liittyvää tietoutta opetussuunnitelman perusteiden yleisestä osiosta. Lisäksi he saivat myös monistettuna oppilastyöohjeet, jotta saattoivat tutustua niihin ja varmentaa itselleen mahdollisesti epäselviä käsitteitä, työtapoja ja ilmiöitä etukäteen.

Opettajaopiskelijat kirjoittivat koko kurssin ajan omaa refleктоivaa prosessipäiväkirjaansa. Kirjoittamisen tueksi kehitimme uuden ohjeistuksen aikaisempien vuosien 2007–11 LAIKO-kurssien päiväkirjakirjoituksista saatujen kokemuksen ja palautteiden sekä tehdyn tarveanalyysin tulosten perusteella. Kokemuksemme opiskelijoiden päiväkirjakirjoittamisesta vuosien 2007–2011 aikana oli, että opiskelijoille oli epäselvää, mitä, miksi ja miten pitäisi kirjoittaa. Refleктоinti kirjoittamisessa ei sen tuttuudesta huolimatta kuitenkaan ole ollut yksiselitteistä ja selkeää. Opiskelijat kertoivat antamassaan palautteessa, että päiväkirjan kirjoittaminen on heidän mielestään ollut turhaa eikä se ole antanut mitään. Päätimme, että otamme puheeksi refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisen jokaisella kontaktikerralla. Edellisen luvun 6.2.1 koonnissa olen esittänyt neljä eri näkökulmaa prosessipäiväkirjan kirjoittamisohjeistuksessa, jotka siis olivat seuraavat: 1) oma asenne oppiaineeseen (motivaatio), 2) sisällönhallinta, 3) oma asenne tutkimuksellisuuteen oppimisessa ja opettamisessa ja 4) oppimisympäristö (fyysinen ja psyykkinen).

Kerroimme ensimmäisellä kontaktikerralla opiskelijoille, että edellä kerrotut neljä näkökulmaa voivat toimia neljänä punaisena lankana refleктоivassa prosessipäiväkirjassa, ja kehoitimme heitä asettamaan omat henkilökohtaiset tavoitteet kuhunkin näkökulmaan viimeistään ensimmäisen kontaktikerran jälkeen käyttäen hyväksi Optimaan tekemäänsä alkukartoitusta. Alkukartoitusvastauksistaan opiskelijoiden oli mahdollista itse miettiä vielä joitakin muita henkilökohtaisia näkökulmia näiden lisäksi tai tilalle oman tarpeen mukaan. Korostimme, että refleктоivan prosessipäiväkirjan alussa on tärkeää olla mietittynä tavoitteet sille, mitä refleктоidaan, jotta kirjoituksessa ”tunteet eivät ryhdy

veturiksi”. Korostimme, että tavoitteita vasten on helpompaa kurssin aikana ja sen päätteeksi peilata omaa kehittymistään ja kokemuksiaan sekä käsityksiään. Kuviossa 17 havainnollistan FyKe-kurssin aikaista toimintaa ja niitä asioita, joita päiväkirjassa on tarkoitus pohtia esittämistämme neljästä eri näkökulmista.



KUVIO 17 Neljä näkökulmaa refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisessa

Ensimmäisellä kontaktikerralla kerroimme opiskelijoille, että meidän tapamme ohjata tutkimuksellisuutta opiskelussa FyKe-kurssilla on yksi tapa, ja meillä esimerkiksi oppilaat ovat mukana käytännön osioissa. Päiväkirjoissaan heillä on mahdollisuus peilata tätä tapaa ja kirjallisuudesta löytyviä teorioita keskenään.

Puhuimme myös käsitteiden haltuunoton tärkeydestä ja siitä, että kannattaa tutustua etukäteen seuraavalla kerralla tehtäviin tutkimustehtäviin, ja korostimme, että silloin olisivat mukana myös oppilaat heidän kanssaan tekemässä tutkimuksia. Tämän lisäksi opettajaopiskelijat pääsivät ensimmäisellä kerralla tekemään pareittain yhden laboratoriotyön, jonka päätteeksi kävimme yhdessä koontikeskustelun työssä esiintyneiden käsitteiden varmentamiseksi.

Toisen kontaktikerran ohjelman (liite 23) olimme rakentaneet niin, että opettajaopiskelijat tulivat laboratorioon 20 minuuttia aikaisemmin kuin koululaisryhmä. Tällöin me kouluttajat annoimme informaatiota tehtävistä töistä ja niissä esiintyvistä erityisasioista sekä luonnontieteellisen tutkimusrungon ja tietov:n käytöstä ja muistiinpanojen tekemisestä työskentelyn aikana. Työohjeethan opettajaopiskelijat olivat saaneet jo etukäteen. Koululaisryhmän tultua paikalle jako 2+2 hengen ryhmiin tapahtui ongelmitta. Opiskelijat varustautuivat suojalasein ja oppilaat pukivat suojalasiensa lisäksi myös laboratoriotakit.

Pienen heiluriliikkeeseen liittyvän viriketuokion jälkeen pienryhmät kävivät tutkimaan avoimena tehtävänä annettua heiluriliikettä ja ohjeistettuna tehtävänä annettua virtapiirin rakentamista. Noin 45 minuutin kuluttua ensimmäinen tutkimus oli valmis ja ryhmät pitivät mehutaun. Tauolta palattua pidettiin yhdessä lyhyt koontikeskustelu tehdyistä töistä. Sitten me kouluttajat esitimme seuraavan työn virikkeeksi Rautavillan polttaminen-demonstraation, jonka jälkeen pienryhmät alkoivat tutkia palamiseen liittyviä asioita ohjeistettuna tehtävänä. Reilun tunnin kuluttua oli aika jälleen kokoontua yhteiseen koontipalaveriin, jossa kävimme läpi tehtyä työtä ja siinä esille tulleita käsitteitä. Tuokion päätimme palosammutin-demon ja oppilaat lähtivät takaisin koululle opettajansa kanssa. Opettajaopiskelijat jäivät meidän kouluttajien kanssa vielä hetkeksi yhdessä pohtimaan, mitä rohkaisevaa, yllättävää ja epävarmuutta aiheuttava nousi mieliin äsken koetusta. Samalla muistutimme opiskelijoita, että seuraavan kerran työohjeisiin kannattaa tutustua etukäteen, samoin niissä esiintyviin käsitteisiin, ja päiväkirjaa on tarkoitus kirjoittaa myös tämän kerran jälkeen neljää punaista lankaa mukana kuljettaen.

Kolmas kontaktikerta oli järjestetty aikataulullisesti samoin kuin toinen kerta. Ennen koululaisten tuloa kävimme opettajaopiskelijoiden kanssa pikaisesti läpi työpisteiden työt (liite 24). Työohjeet olimme suunnitelleet vaihteleviksi avoimuutensa suhteen. Koululaisten tultua paikalle töiden tekemiseen virittäydyimme ihmettelemällä raakoja, mutta kuorittuja kananmunia. Pienryhmiin jako oli sama kuin edellisellä kerralla. Ryhmät työskentelivät itse valitsemassaan työjärjestyksessä, eikä kaikkia töitä ollut tarkoituskaan ehtiä tehdä. Mehutaun kukin ryhmä piti työskentelyn lomassa sopivassa vaiheessa. Ennen oppilaiden poislähtöä kokoonnuimme koonti- ja palautekeskusteluun. Aivan lopuksi vielä opettajaopiskelijoiden kanssa pohdimme päivän antia ja tapahtumia. Tällöin opiskelijat saivat kertoa mielipiteitään erityisesti töiden sopivuudesta ja omasta roolista ohjaajana. Annoimme myös informaatiota seuraavalla kerralla esitettävistä demoista ja muistutimme jälleen päiväkirjan kirjoittamisen tärkeydestä ja siinä kuljetettavista näkökulmista.

Viimeinen kontaktikerta kesti kaksi oppituntia. Sen aikana opiskelijat esitivät muodostamissaan pienryhmissä tekemiä ja videoimia lyhyitä demovideoita. Demon tekoa olimme ohjeistaneet seuraavasti: Se tehdään mieluiten parityönä, aiheen pitää tulla opetussuunnitelmasta ja esitys saa kestää pari – kolme minuuttia. Ennen videon esitystä kerrotaan, mitä varten kyseinen asia on hyvä esittää demon tunnilla sekä sen, missä vaiheessa opetusta kyseistä demoa on hyvä käyttää. Ihan viimeiseksi loppukoonnissa ennen loppukyselykaavakkeen täyttöä palasimme keskustelussa vielä siihen, milloin demon tekeminen ja sen esittäminen oppilaille on paikallaan. Muistutimme myös tällä viimeisellä kerralla prosessipäiväkirjan kirjoittamisesta ja siitä, että nyt on kunkin aika tarkastella, kuinka omiin tavoitteisiin on päästy.

### 6.2.3 FyKe-kurssi ja sen arviointi

Kehittämistehtävänä 2. syklissä oli FyKe-kurssin suunnittelu ja sen pohjalta koulutuksen toteutus käytännössä. FyKe-kurssin arviointia varten kurssille

osallistuneet opettajaopiskelijat vastasivat puolistrukturoituun tutkimuskyselyyn (liite 10) viimeisellä kontaktikerralla. Näin saadut survey-kyselyn vastaukset muodostivat yhden osan tutkimusaineistoani. Toisen tärkeän osan tutkimusaineistoani muodostivat opettajaopiskelijoiden kirjoittamat reflektoivat prosessipäiväkirjat. Koko aineiston olen ryhmitellyt seuraavien pääteemojen mukaan: 1) Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet sekä 2) Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla.

Sekä kyselyssä saadun aineiston että prosessipäiväkirjojen muodostaman aineiston olen analysoinut teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia. Johdopäätösten tekoon ovat antaneet tietoa myös kurssin aikana kouluttajien tekemät havainnot ja käydyt ryhmäkeskustelut. Taulukosta 31 selviää, kuinka olen muodostanut aineistosta saaduista pelkistetyistä ilmauksista alaluokkia ja vienyt ne kyselylomakkeesta saatujen valmiiden yläluokkien alle.

TAULUKKO 31 Kolmannen aallon 2. syklin kurssin laadullinen arviointi

Alaluokka	Yläluokka
Opettajan toiminta Yhteistoiminta opettaja-oppilas Ilmapiiri Oppijan toiminta	Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet
Asennemuutos kemialla kohtaan Aineenhallinta Oppijan ohjaaminen Koko ryhmän ohjaus Oppimisympäristö Päiväkirja-reflektointi	Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla

Seuraavassa tarkastelen saamiani tuloksia teemaluokittain. Teemaluokkien sisältöjä kuvaamaan olen liittänyt mukaan myös suoria lainauksia opettajien antamista vastauksista. Lopuksi teen koontin 2. mesosyklin koulutuksesta ja johdopäätökset seuraaviin toimiin jatkossa.

*Tutkimuksellisen opiskelun ohjaus* kurssin aikana oli opettajaopiskelijoiden kokemuksen mukaan tuntunut luonteelta ja hauskalta, vaikkakin haasteellista johtuen puutteellisesta aineenhallinnasta. Aika pian he olivat huomanneet, että oppimistehtävänä olleet käsitteet ja ilmiöt oli syytä selvittää itselle viimeistään ennen kuin niille oli oikeasti käyttöä opetuksessa.

*12o15k: "Oppilaiden ohjaus oli toisinaan hankalaa omien puutteellisten pohjatietojen takia. Siitä syystä tuntui, että ohjaaminen oli "tahmeaa". Toisaalta itselle tuli ahaa-elämyksiä pienistä asioista ja tunsin oppivani itsekin."*

*12o5k: "Alkuun minua hieman jännitti ohjata oppilaita. Alun jälkeen innostuin koko oppimisprosessista. Opin paljon tehtävistä ja ymmärsin paremmin FyKen asioita."*

Toisaalta he olivat kokeneet, että tuntui vapauttavalta huomata, että opettajana heidän ei tarvinnutkaan aina tietää oikeaa vastausta etukäteen, vaan yhdessä oppilaiden kanssa saattoi heittäytyä tutkijan rooliin ottamaan asioista selvää.

*12o25k: "Opettajan ei aina tarvitse tietää itse oikeaa vastausta vaan oppilaan kanssa yhdessä pohtiminen ja kokeileminen oli antoisaa."*

*12o13k: "Oppilaiden kanssa yhdessä pohdinta oli mukavaa. Ei suorien vastausten antamista, vaan nimenomaan yhdessä pohdinta."*

Päiväkirjoissa ja kyselyvastauksissa opettajaopiskelijat kirjoittivat opettajan tehtävästä johdattaa oppilaiden tutkimusta eteenpäin. Heidän käsitystensä mukaan se vaati opettajalta malttia. Oppilaille tuli sallia aikaa itse kokeilla, pohtia, mieltä ja oivaltaa. Tutkimuksen johdattelussa he olivat kokeneet hyväksi tavoiksi hyvillä kysymyksillä ajattelemaan herättelyn ja asioiden kyseenalaistamisen.

*12o34k: "Huomasin olevani helposti ohjaajana sellainen valmiiksi tekijä. Ohjaajana minun pitää osata olla taka-alalla ja auttaa vasta sitten kun oppilas on ensin kokeillut itse."*

*12o37k: "Haasteellisinta oli antaa tarpeeksi tilaa lapselle - opettajan ei pidä selittää asioita aina ollenkaan mutta ei ainakaan liian pian."*

*12o26k: "Asetuin mielelläni lapsen tasolle, esitin kysymyksiä ja kyseenalaistin. - Herätin lapsia ajattelemaan/pohtimaan mitä jos -vaihtoehtoja."*

Opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan tutkimustilanteen järjestäminen vaatii opettajalta etukäteistyötä ja organisointia. Varsinaisen oppimistilanteen aikana tutkimuksellinen tapa opiskella puolestaan vaatii opettajalta johdonmukaisuutta ja selkeyttä toimissa sekä tilanteen tasalla pysymistä koko ajan. Koulutustilanteessa he olivat huomanneet, että välillä opettajan oli hyvä pysäyttää oppilaiden toiminta hetkeksi, kysellä heiltä jotakin käsitettä tai havaintoa tai selittää jotakin ilmiötä, joka näytti olevan epäselvä. He olivat kokeneet konkreettisesti, että opettajan tehtävänä oli huolehtia myös, että oppilaiden ennakkokäsitykset tulivat puheeksi ja ennen toimiin ryhtymistä jokainen sai tuoda julki jollakin tavalla oman hypoteesinsa omiin senhetkisiin tietoihinsa perustan. Yhtä tärkeää kuin oli ennakkotietojen pohjalta tehtyjen hypoteesien esittäminen, oli myös saatujen tutkimustulosten kirjaaminen ylös. Ja kirjaamistapoja on useita: sen voi tehdä ei vain kirjoittamalla mutta myös piirtämällä tai vaikka pelkin ranskalaisin viivoin tilanteesta riippuen. He olivat oivaltaneet, että jokaisen tutkimuksen lopuksi on tarpeen olla koonti, jossa varmennetaan mahdollisesti epäselviksi jääneitä käsitteitä sekä julkistetaan tulokset, tehdään johtopäätökset ja keskustellaan niistä sekä mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

*12o28k: "Asiaan tulee tutustua tarpeeksi etukäteen. On hyövä kysellä oppilailta välillä tietopuolen asioita, havaintoja ja selittää ilmiötä tarkemmin sopivissa kohdin. Antaa olla oppilaan päätutkija."*

*12o1k: "FyKessä hypoteesin testaaminen, kuvin sanoin... on ollut minulle hyvä uusi työkalu. Se on mielestäni hyvin oleellinen asia, jota voi käyttää muuallakin. Sai huomata ja todeta, ettei kokeiden teko niin vaikeaa ole. Niistä kyllä selviytyy. Koontiosio tunnin lopuksi oli uusi juttu; hyvä käydä tulokset vielä yhdessä läpi."*

Vastaajien kokemuksen mukaan toiminnan aikana lapsia tuli rohkaista ja kannustaa tekemään aktiivisesti hypoteeseja, havainnoimaan tapahtumia ja tekemään niistä johtopäätöksiä. Opettajaopiskelijat kertoivat huomanneensa, että heidän ryhmässään oppilaat olivat selkeästi innostuneita johtuen opettajan asenteesta ja rennosta ilmapiiristä. Selkeästi työskentely pienryhmissä loi turvallisuutta ja rohkaisti kokeilemaan ja pohtimaan ääneen nähtyä ja tapahtunutta.

*12o39k: "Ymmärsin, että hypoteesi voi olla vääräkin, eikä se haittaa. Oppilaat näytti nauttivan kokeiden tekemisestä."*

*12o1k: "Joitakin poikia saa kyllä 'potkia' tekemään, mutta he kyllä innostuvat opettajan oikealla asenteella. Tärkeää minusta on se rento ilmapiiri."*

*12o19k: "Pienet ryhmät antoivat turvalliset olosuhteet ja laajempaa pohdintaa. Koen, että sellainen työskentely-ympäristö olisi mieluisinta."*

Opettajaopiskelijat olivat ymmärtäneet, että saamiensa kokemusten ja käsitysten mukaan tutkimalla opiskelussa on tärkeää, että oppilaat pääsevät itse hankkimaan tietoa sekä käsittelemään sitä. Aluksi oppilaiden tulee miettiä omia aikaisempia käsityksiään asiasta tai ilmiöstä ja tehdä niiden perusteella hypoteesit. Sitten heidän on hyvä saada tehdä kokeita, havainnoida ja kerätä dataa. He oppivat myös kirjaamaan tuloksia ylös. Ryhmässä pohtimalla ja vertailemalla saamiaan tuloksia omiin hypoteeseihinsa sekä toistensa kanssa he oppivat tekemään johtopäätöksiä. Tutkimuksellinen opiskelu on todellakin aktiivista ja yhteistoiminnallista.

*12o3k: "Kokeilemalla ja havaintoja tekemällä oppimista. FyKe-kurssin aikana itse tekeminen ja kokeminen opetti ja asiat jäivät hyvin mieleen."*

*12o4k: "Tekemistä, kokemusta, oivaltamista, myös etukäteispohdintaa. Käsitellyt asiat ovat aivan heinäntekojärjellä ymmärrettäviä. Suhtaudun FyKen opettamiseen todella myönteisesti."*

Opettajaopiskelijoiden kokemuksen mukaan tutkimusten tekemisen aikana oppilaat saivat miettiä ja pohtia sekä ratkaista ongelmia. He pääsivät soveltamaan vanhaa, olemassa olevaa tietoaan uuteen ja siten he pääsivät kehittämään omaa ajatteluaan ja ymmärrystään. Opettajaopiskelijat olivat huomanneet, että tämä toiminta selkeästi tuotti oivalluksia ja sitä kautta iloa oppimisesta.



12o37k: *"Avoimia aitoja mahdollisuuksia muodostaa omia hypoteeseja, mielikuvia, selityksiä, ja tunteuksia tutkittavasta asiasta. Minulle avautui konkreettisia keinoja miten tutkivan oppimisen ihanteeseen päästään."*

12o27k: *"Uusi näkökulma tuli mm. siitä että tutkimalla oppiminen on oppilaille tärkeää, innostavaa ja motivoivaa."*

Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet *FyKe*-kurssilla jättivät muistijälkiä opettaja-opiskelijoille. Kurssin aikana hyvin moni opettajaopiskelija oli kokenut, että oma asenne ja suhtautuminen kemiaan muuttuivat radikaalisti. Ennen kurssille tuloa mieltä painaneet muistikuvat kemiasta pelottavana ja vaikeana oppiaineena olivat hälvenneet. Tilalle oli tullut innostus oppia uutta ja käsitys kemiasta elämänläheisenä ja ymmärrettävänä oppiaineena.

12o19k: *"FyKeen suhtautuminen keveni raskaasta taakasta kärjistetyksi sanoen."*

12o28k: *"Mukavia tunteja. Rima on alentunut pitää FyKe-tunteja, koska se on nyt niin elämänläheistä ja ymmärrettävää sekä järkevää."*

Tutkittavat opettajaopiskelijat toivat esille, että aineenhallinnan haltuunotto kemiasta oli kurssin aikana päässyt alkuun, mutta tekemistä vielä riitti. Oppimistehtävänä tarvittavien käsitteiden ja ilmiöiden selvittämisen itselle ja niiden kirjaamisen ennen niiden soveltamista ja käyttämistä laborointitöissä heidän käsitystensä mukaan oli erityisen mielekäs tapa oppia uutta.

12o17k: *"Käsitteiden oppiminen on päässyt hyvälle alulle, joka vahvistuu toivon mukaan lisää käytännön työssä."*

12o35k: *"Käsite-tehtävän kaltaiset tehtävät tuntuvat mielekkäiltä."*

Oppilaiden mukanaolo laborointitunneilla ja heidän kanssaan yhdessä toimiminen oli antanut opettajaopiskelijoille kokemusta aidoista tutkimuksellisen opiskelun tilanteista. He kertoivat saaneensa arvokasta kokemusta itse tekemisestä, ja oppilaat ja heidän osuutensa opiskelussa olivat tulleet konkreettisesti huomioitavaksi. Tutkittavat kokivat saaneensa varmuutta omaan *FyKe*-opetukseensa.

12o18k: *"Oppilaan näkökulma tuli 'pakostakin' huomioitua."*

12o2k: *"Se, että oli mahtavaa harjoitella FyKen kokeiden tekemistä yhden oppilaan kanssa 'turvallisessa' oppimisympäristössä."*

12o20k: *"Oppilaat tunneilla mukana toi varmuutta itselle, että osaan ohjata FyKen tunneillakin."*

Lähiopetustunteja arvioidessaan opettajaopiskelijat pitivät niitä innostavina, mielenkiintoa herättävinä ja opettavaisina. Heidän käsityksensä mukaan ohjaajien esimerkki ja innostus välittyi heihin opiskelijoihin ja tuki heidän sekä aineen että tutkimuksellisen opiskelun oppimistaan. He kertoivat saaneensa myös kokemuksen kahden ohjaajan samanaikaisopetuksen saumattomasta sujumisesta koulutuksen aikana.

*12o17k: "Ohjaajilla oli varma ote, joka välittyi hyvin ja tuki hyvin oppimistani. Paljon asiaa on mahtunut FyKe-kokonaisuuteen."*

*12o15k: "Opettajat olivat selkeitä ohjelmassaan ja toimissaan ja apua sai aina tarvoittaessa."*

Oppimisympäristöä arvioidessaan opettajaopiskelijat pitivät laboratorioympäristöä monipuolisena, selkeänä ja innostavana. Tutkittavat materiaalit, tutkimusvälineet ja aineet eivät enää tuntuneetkaan vaikeasti hankittavilta tai monimutkaisilta, vaan arkipäivään liittyviltä. Ilmapiirin koulutuksen aikana he olivat kokeneet turvalliseksi ja sallivaksi, ei kiireiseksi. Aikaa oli pohtimiselle ja keskusteluille niin oppilaiden kuin myös toisten opiskelijoiden kanssa. Ohjausta he kokivat saaneensa sitä tarvitessaan.

*12o40k: "Pienellä vaivalla saa tutkivaa opetusta toteutettua, erikoisvälineet eivät ole pakollisia."*

*12o37k: "Ihan monipuolinen kokonaisuus, ihanan innostava oppimisympäristö opettajineen 😊"*

Pohtiessaan, mitä merkitystä refleктоivan päiväkirjan kirjoittamisella tämän kurssin puitteissa oli ollut omalle kehitykselle, olivat opettajaopiskelijat kokeneet, että mietittäessä ja kertailtaessa tapahtumien ja asioiden pääkohtia oli omaa oppimista ja kehittymistä saatu näkyväksi kirjoitetussa muodossa. Näin niihin olisi mahdollista palata myöhemmin. Toisaalta päiväkirjoissa he olivat voineet pohtia ja pukea sanoiksi myös omia tuntemuksia, asenteita ja ennakkokäsityksiä sekä seurata niiden kehittymistä ja muuttumista. Kokonaisuudessaan refleктоivien prosessipäiväkirjojen kirjoittamisen koettiin selkeyttäneen ja jäsentäneen asioita sekä omia ajatuksia.

*12o37k: "Olen saanut mahdollisuuden tarkastella omia ajatuksiani ja tuntemuksiani FyKeen liittyen oppimispkn avulla. Sinne on saanut kirjoittaa myös omista vahvuuksista ja heikkouksista asiaa!"*

*12o12k: "Omien ajatusten kirjoittaminen ja niiden jälkeenpäin lukeminen hahmottaa oman kehittymisen."*

Kurssin myötä opettajaopiskelijat olivat kokeneet, että he olivat päässeet eroon kemia-pelostaan ja olivat nyt idearikkaina valmiita lähtemään kentälle kokei-

lemaan tutkimuksellisen opiskelun ohjaamista. He kokivat saaneensa harjoitusta ja käytännön kokemusta tulevaan työhönsä tutkimuksellisen kemian opiskelun ohjaajina. Erityisesti oppilaiden mukanaolo laborointitutkimusten aikana oli antanut heille itsevarmuutta ja madaltanut kynnystä tarttua toimiin.

*12o31k: "Opetuksesta sai paljon hyviä vinkkejä käytäntöön ja asiat jäivät mieleen, kun niitä sai itse tehdä. Oppilaiden mukanaolo oli plussaa, pääsi kosketukseen oikeaan työhön."*

*12o24k: "Suuret kiitokset hienosti toteutetusta opintojaksosta. sain itselleni paljon ideoita ja teiltä opettajina, kuinka voisin itse toimia opettajana."*

**Yhteenvetona** tutkimustuloksista voi todeta, että opettajaopiskelijoiden käsitysten mukaan FyKe-kurssilla pienryhmissä oppilaiden ohjaajina toimiminen oli tuntunut luonteelta. Tilanteeseen oli tuonut haastetta oma puutteelliseksi koettu aineenhallinta. Mutta he olivat huomanneet, että tilanteesta selviämässä auttoi, kun he saamansa oppimistehtävän mukaan selvittivät itselleen käsitteet ja ilmiöt ennen niiden käyttöä opetuksessa. Merkityksellisiä kokemuksia he olivat saaneet siitä, että tutkimuksellisen opiskelun ohjaaminen vaatii malttia ja oikeanlaista tapaa esittää ajattelua herätteleviä kysymyksiä suorien vastausten sijaan. Välillä opettajan on myös syytä opettaa: pysäyttää koko ryhmän toiminta ja selittää kaikille yhtä aikaa käsitteitä tai ilmiöitä, jotka näyttävät epäselviltä. Yhtä tärkeää ja oleellista kuin on alussa ennakkokäsitysten puheeksi ottaminen ja hypoteesien tekeminen, on myös saatujen tutkimustulosten kirjaaminen tavalla tai toisella sekä yhteinen koonti, jossa varmennetaan mahdollisesti epäselviksi jääneitä käsitteitä sekä julkistetaan tulokset, tehdään johtopäätökset ja keskustellaan niistä sekä mahdollisista jatkotoimenpiteistä. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös muualla tehdyissä tutkimuksissa, joissa on kiinnitetty huomiota opettajan ja oppijan rooleihin tutkimuksellisessa opiskelussa. (Vrt. esim. Aksela 2005; Lavonen ym. s.a.; Näsäkkälä ym. 2001; Ash 2000a; Ash & Kluger-Bell 2000; Kluger-Bell 2000; Rankin 2000a; St John 2000, 109–111; Hakkarainen ym. 1999b, 6–23; National Research Council 2000.)

Työskentely pienryhmissä oli luonut turvallisuutta ja rohkaisi niin oppilaita kuin opettajaopiskelijoita kokeilemaan ja pohtimaan ääneen nähtyä ja tapahtunutta sekä tekemään johtopäätöksiä. Tärkeäksi oppimisprosessin kannalta opettajaopiskelijat kokivat sen, että oppilaat pääsivät soveltamaan jo olemassa olevaa tietoaan uuteen ja siten kehittämään omaa ajatteluaan ja ymmärrystään. Selkeästi tämä toiminta tuotti oivalluksia ja sitä kautta iloa oppimisesta. Ryhmässä pohtimalla ja vertailemalla saamiaan tuloksia omiin hypoteeseihinsa sekä toistensa kanssa he oppivat tekemään johtopäätöksiä. Tutkimuksellinen opiskelu oli siten aktiivista ja yhteistoiminnallista; osallistumisesta, jossa Hakkaraisen, Lonkan ja Lipposen (2004) sanoin korostuu sosiaalisten yhteisöjen roolia oppimisessa ja asiantuntijuuden kehityksessä.

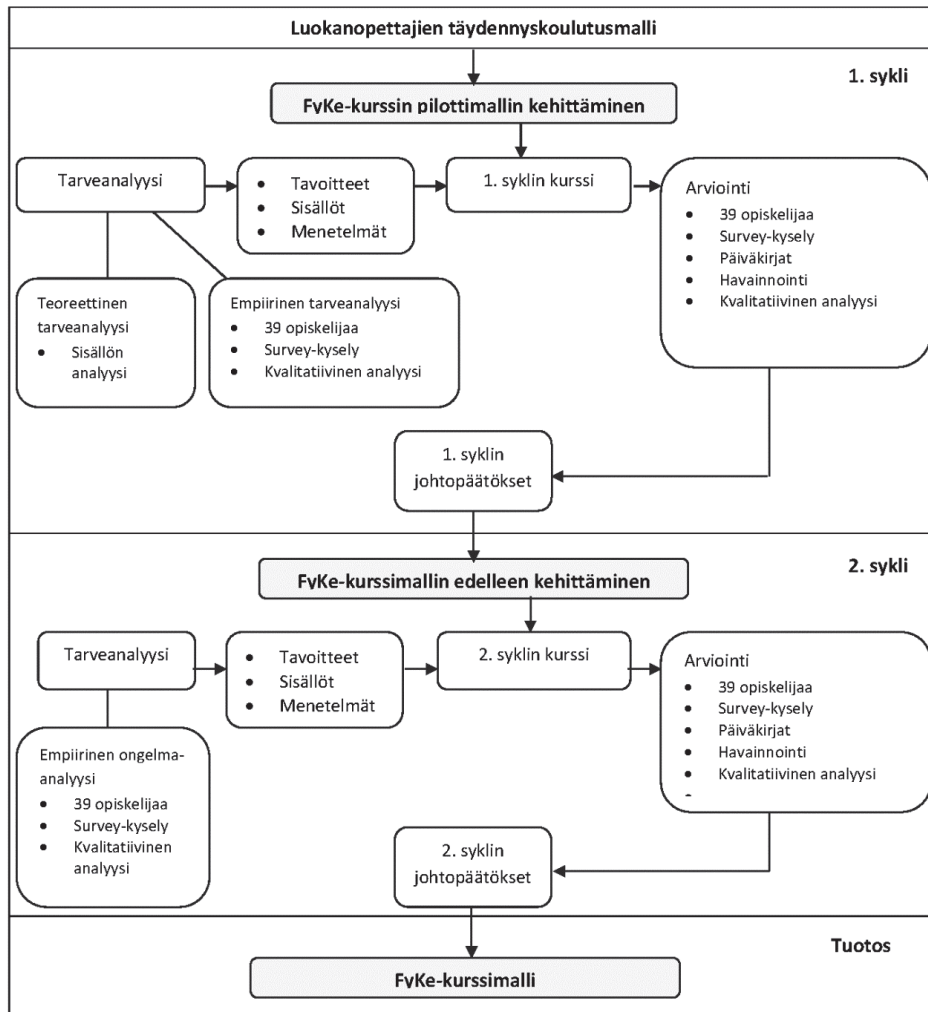
Lähiopetustunteja arvioidessaan opettajaopiskelijat pitivät niitä innostavina, mielenkiintoa herättävinä ja opettavaisina. Heidän käsityksensä mukaan

kouluttajien esimerkki ja innostus välittyi heihin opiskelijoihin ja tuki heidän sekä aineen että tutkimuksellisen opiskelun oppimistaan. Kurssin aikana hyvin moni opettajaopiskelija oli kokenut, että oma asenne ja suhtautuminen kemiaan muuttuivat radikaalisti ja he olivat nyt idearikkaina valmiita lähtemään kentälle kokeilemaan tutkimuksellisen opiskelun ohjaamista. He kokivat saaneensa harjoitusta ja käytännön kokemusta tulevaan työhönsä tutkimuksellisen kemian opiskelun ohjaajina. Erityisesti oppilaiden mukanaolo laborointitutkimusten aikana oli antanut heille itsevarmuutta ja madaltanut kynnystä tarttua toimiin.

Refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen tässä syklissä oli opettajaopiskelijoiden kokemusten mukaan tuonut näkyväksi omaa oppimista ja kehittymistä kirjoitetussa muodossa, ja siihen on mahdollista palata myös tulevaisuudessa. Toisaalta päiväkirjoissa he olivat voineet pohtia myös omia tunteita, asenteita ja ennakkokäsityksiä sekä seurata niiden kehittymistä ja muuttumista. Kokonaisuudessaan päiväkirjojen kirjoittamisen koettiin selkeyttäneen ja jäsentäneen asioita sekä omia ajatuksia.

### **6.3 Kehittämistuotos: FyKe-kurssimalli luokanopettajakoulutuksessa ja tutkimuksellisen kemianopetuksen kehittämissuunta tutkijan näkemänä**

Ensimmäisessä ja toisessa aallossa kehitetyn täydennyskoulutusmallin pohjalta kehitettiin luokanopettajan aikuiskoulutukseen fysiikan ja kemian kurssin eli FyKe-kurssin kurssimalli. Siinä huomioitiin luokanopettajaopiskelijoiden tarpeet ja se perustuu *teoreettinen tietoon kemiasta luonnontieteenä ja sen opetukseen tutkimuksellisuutta korostaen sekä tutkittuun tietoon* osallistavan opettajankoulutuksen järjestämisestä. Tutkimus eteni kuvion 18 mukaisesti päättyen koko tutkimuksen toiseen päätuotokseen eli FyKe-kurssimalliin.



KUVIO 18 Kolmannen aallon kehittämistutkimus

### I. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 1. syklin toteutuksesta

Kolmannen aallon alussa laadimme alustavat kehittämiskäytännöt ja tunnistimme resurssitarpeet. Alustavan suunnitelman, aiemmin kehitetyn täydennyskoulutusmallin sekä suoritettujen teoreettisen ja empiirisen tarveanalyysin pohjalta rakensimme FyKe-kurssille aikataulun ja ohjelman. Tavoitteiksi FyKe-kurssille muotoutuivat sisältötiedon hankinta kemiasta ja fysiikasta sekä perehtyminen tieteenalojen luonteeseen empiirisinä ja kokeellisina luonnontieteinä tutkimuksellista opiskelua harjoittamalla. Erityishuomion kohteiksi kurssilla nostimme tutkimuksellisen opiskelun lisäksi seuraavaa: *miten osallistaa* aikuiskoulutuksessa olevia luokanopettajaopiskelijoita huomioimalla aiemmat, omakohtaiset kokemukset opettajan työstä sekä *kuinka edistää* koulutuksessa opiskeltavan teoreettisen aineksen sitomista opettajan työhön ja *miten itsereflektionin* avulla toden-

taa omaa oppimisprosessia koulutuksessa. (vrt. Niikko 2008; Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008; Opettajakoulutuksen kehittäminen 2003; Beattie 2000; Brookfield 1998; Koro 1998, 34 - 35, 41 - 42; Hätönen & Nurmi 1984 31 - 32; Dewey 1938).

Kokonaisuudessaan FyKe-kurssi koostui omatoimisesta opiskelusta oppimistehtävien muodossa ja 12 tunnin kontaktiopetuksesta. Ennen kontaktijakson alkamista laboratorioympäristössä opettajaopiskelijoilla oli ennakkotehtävänä alkukysely, joka toimi empiirisen tarveanalyysin pohjana. Ensimmäisen tapaamisen yhteydessä tutustuimme yhdessä kurssin sisältöön ja toteutustapaan sekä kävimme läpi kurssiin kuuluvat oppimistehtävät. Tämän lisäksi opettajaopiskelijat tekivät pareittain yhden laboratoriotyön. Toisella ja kolmannella kontaktikerralla opettajaopiskelijat harjoittelivat tutkimuksellista opiskelua ja sen ohjausta sekä opiskelivat samanaikaisesti aineenhallintaa työskennellen (2 opettajaopiskelijaa+2 koululaista) pienryhmissä. He pääsivät itse ohjaamaan pienryhmän oppilaiden tutkimuksellista opiskelua saaden kokemusta siitä. Me kouluttajat toimimme tutkimuksellisen opiskelun ohjaajina, joten huolehdimme alkumotivoinnista ja toiminnan aikana seurasimme ryhmien työskentelyä ja annoimme asiantuntija-apua tarpeen mukaan sekä huolehdimme loppukoonneista. Viimeinen kontaktikerta kesti kaksi oppituntia. Sen aikana opiskelijat esittivät tekemiään demovideoita. Loppukoonnissa teimme yhteenvetoon kurssista ja opettajaopiskelijat antoivat suullista palautetta sekä vastasivat kirjalliseen kyselyyn.

Tutkimusta ja FyKe-kurssin kehittämisprosessin ja tuotoksen arviointia varten kerätyn tutkimusaineiston perusrungon muodosti kurssin päätteeksi suoritettu survey-kysely (liite 9), johon vastasivat kaikki 39 mukana ollutta opettajaopiskelijaa viimeisellä tapaamiskerralla. Kyselylomakkeen puolistrukturoidut avokysymykset olimme laatineet teemoittain kehittämistutkimuksen kolmannen aallon kehittämistehtävän pohjalta. Saadun laadullisen aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Opettajaopiskelijoiden päiväkirjojen, osallistuvan havainnoinnin ja ryhmäkeskustelujen tuottamaa aineistoa olen käyttänyt kyselyssä saamieni tietojen varmentamisessa ja selittämisessä apuna.

**Kokoavasti** tutkimustuloksista voi todeta, että FyKe-kurssin aikana opettajaopiskelijat olivat kokeneet oppineensa uutta kemiasta ja sen tutkimuksellisesta opiskelusta etenkin demojen ja lasten kanssa tehtyjen tutkimusten myötä. Oman aineenhallintansa opettajaopiskelijat kokivat edelleen heikoksi, mutta he uskoivat saavansa sen itse opiskelemalla ajan tasalle. FyKe-kurssin toteutustavan opettajaopiskelijat olivat kokeneet mielekkääksi kokonaisuudeksi. He korostivat erityisesti käytännön tekemisen merkitystä. Uteliaisuus tutkimukselliseen oppimiseen ja sen käyttämiseen opetuksessa oli herätetty ja omat kouluai- kaiset pelot olivat hälvenneet. Omien käsitystensä mukaan he olivat valmiita viemään tutkimuksellisuutta omaan opetukseensa. *Reflektoivan päiväkirjan* kirjoittaminen kurssin aikana ei ollut sujunut toivotulla tavalla ja opiskelijat olivat kokeneet sen hyödyttömäksi. Me kouluttajat päätimme, että jatkossa meidän tulee panostaa päiväkirjan kirjoittamisen ohjeistukseen enemmän. Esimerkiksi

Sikkelän (2003) mukaan aikuinen oppijakaan ei selviä kaikesta ilman ohjausta opintojen aikana. Toisaalta emme ilmeisesti olleet tuoneet refleктоivan päiväkirjan kirjoittamisen tavoitteita myöskään riittävän selkeästi esille (vrt. esim. Ekola (1986); Paane-Tiainen 2000, 56–57).

## II. Itsearviointia ja johtopäätöksiä 2. syklin toteutuksesta

Kehittämistehtävänä 2. syklissä oli FyKe-kurssimallin edelleen kehittäminen, ja pohjana olivat 1. syklin tuloksista tehdyt johtopäätökset, vuosien 2007–2011 aikana FyKe-kurssien järjestämisen myötä syntyneet kehittämisideat sekä kurssin aluksi tehdyn *empiirisen tarveanalyysin tulokset*. Erityishuomiota kiinnitimme refleктоivan prosessipäiväkirjan käyttöön oppimisen tukena.

FyKe-kurssin järjestelyt toimivat rakenteellisesti ja konkreettisestikin lähes samoin kuin 1. syklin FyKe-kurssilla. Kurssille osallistui 39 luokanopettajapiskelijää ja koulutuksen järjestimme opetuslaboratorioympäristössä. Koulutus käsitti 12 tuntia kontaktiopetusta, joista 2x4 tunnin tuokioissa mukana oli myös 5.–6. luokkien oppilaita. Kontaktiopetuksen lisäksi FyKe-kurssin suorittamiseen kuului 17 tuntia omatoimista opiskelua, jonka sisältöä ja ohjeistusta tarkensimme aikaisempien tutkimustulosten ja saamamme kokemuksen perusteella. Erityishuomiota kiinnitimme refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamiseen. Ohjeistuksena esittelimme heille neljä punaista lankaa kuljetettavaksi mukana koko kirjoittamisen ajan (ks. kuvio 17).

2. syklin tutkimusta ja samalla toteutetun FyKe-kurssin kehittämisprosessin ja tuotoksen arviointia varten kerätyn tutkimusaineiston yhden osan muodosti kurssin päätteeksi suoritettu survey-kysely (liite 10), johon viimeisellä tapaamiskerralla vastasivat kaikki 39 mukana ollutta opettajaopiskelijää. Toisen tärkeän osan tutkimusaineistoa muodostivat opettajaopiskelijöiden kirjoittamat refleктоivat prosessipäiväkirjat. Sekä kyselyssä saadun aineiston että prosessipäiväkirjojen muodostaman aineiston analysoin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia. Johtopäätösten tekoon ovat antaneet tietoa myös kurssin aikana kouluttajien tekemät havainnot ja käydyt ryhmäkeskustelut.

*Kokoavasti* tutkimustulosten perusteella voi todeta, että lähiopetuksen opettajaopiskelijat olivat kokeneet innostavaksi, mielenkiintoa herättäväksi ja opettavaiseksi. Heidän käsitystensä mukaan kouluttajien esimerkki ja innostus välittyi heihin ja tuki heidän sekä aineen että tutkimuksellisen opiskelun oppimistaan. Pienryhmän ohjaajina toimiminen oli tuntunut luontevalta, joskin haasteelliselta aineenhallinnan puutteista johtuen. Tilanteesta selviämässä auttoi, kun he oppimistehtävänänsä etukäteen olivat selvittäneet teoriataustaa käsitteille ja ilmiöille, jotka tulivat käyttöön laboroinneissa ja tutkimuksissa. Työskentely pienryhmissä oli luonut turvallisuutta ja rohkaisti niin oppilaita kuin opettajaopiskelijöitä kokeilemaan ja pohtimaan ääneen nähtyä ja tapahtunutta sekä tekemään johtopäätöksiä. Yhdessä toimiminen ja pohdinnat olivat tuottaneet oivalluksia ja sitä kautta iloa oppimisesta. Opiskelijat olivat havainneet, että tutkimuksellinen opiskelu on selkeästi luon-

teeltaan aktiivista ja yhteistoiminnallista. Reflektioivaa prosessipäiväkirjaa kirjoittaessaan opettajaopiskelijat olivat kokeneet saaneensa näkyväksi omaa oppimistaan ja kehittymistään kirjoitetussa muodossa. Toisaalta päiväkirjoissa he olivat voineet pohtia myös omia tuntemuksia, asenteita ja ennakkokäsityksiä sekä seurata niiden kehittymistä ja muuttumista. Kokonaisuudessaan päiväkirjojen kirjoittamisen koettiin selkeyttäneen ja jäsentäneen asioita sekä omia ajatuksia.

### III. **FyKe-kurssimallin kehittämisprosessi**

Kolmannessa aallossa FyKe-kurssimallin kehittäminen ja toteutus kahdessa syklistä ja niistä tehdyt tutkimukset osoittavat, että kurssille valitut sisällöt ja sen aikana kehitetyt työtavat ja käytänteet olivat herättäneet opettajaopiskelijoissa aikaisemman pelon sijaan uteliaisuuden kemiaa ja fysiikkaa sekä niiden tutkimuksellista opiskelua kohtaan sekä innostuksen soveltaa sitä jatkossa omaan opetukseen. Reflektioivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen on haastavaa ja jatkossakin sitä on syytä ohjeistaa, jotta se toimisi toivotulla tavalla kurssilaisen oppimisen ja kehittymisen selkiinnyttäjänä ja jäsentäjänä.

Alla olevassa taulukossa 32 olen kuvannut kolmannessa aallossa tapahtunutta kaksisyklistä FyKe-kurssimallin kehittämisprosessia. Liitteissä 21 ja 23 on ko. FyKe-kurssien ohjelmat, ja tehtyjen töiden työohjeet ovat liitteissä 20 ja 24. Prosessipäiväkirjan kirjoitusohjeistus on esitetty kuviossa 17.

TAULUKKO 32 FyKe-kurssimallin kehittämistoimintoja kahdessa mesosyklistä

<b>Ensimmäinen mesosykli</b>	
<b>FyKe-kurssi Ympäristö- ja luonnontieto -opintojakson osana luokanopettajan aikuiskoulutuksessa vuonna 2007</b>	
<i>Alustava suunnitelma</i>	
<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alustavan suunnitelman laatijat: opintojakson vastuuopettaja, aineenopettaja-tutkija ja luokanopettaja</li> <li>• tilat: yliopistokeskus ja AMK:n kemian laboratorio</li> <li>• kouluttajat ja kehittäjät: tutkija-aineenopettaja ja luokanopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioijaryhmä sekä kanssakehittäjät: 39 luokanopettaja-opiskelijaa, mukana koulutuksessa 5.-6. luokkalaisia</li> <li>• yhteistyökumppanit: yliopistokeskus, AMK ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: kevät 2007</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innostaa opettajaopiskelijoita luonnontieteiden pariin</li> <li>• perehdyttää luokanopettajaopiskelijoita empiiristen luonnontieteiden kemia ja fysiikka luonteeseen kokeellisuuden ja tutkimuksellisuuden kautta</li> <li>• kehittää yhteistyötaitoja</li> <li>• tarjota monipuolisia tutkimuksellisuuteen pohjaavia työohjeita luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alakouluvaiheen opetussuunnitelmien kartoitusta</li> <li>• aineenhallinnan haltuunottoa</li> <li>• alkuorientointi</li> <li>• tutkimuksellinen opiskelu pienryhmissä</li> <li>• demonstraatiot</li> <li>• itsereflektointi</li> <li>• ryhmäkeskustelut ja palaute</li> </ul>



<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opetussuunnitelmaan tutustuminen itsenäisesti</li> <li>• ilmiöihin ja käsitteisiin tutustuminen itsenäisesti</li> <li>• alkuorientointina alkukysely ja tavoitteiden asettaminen</li> <li>• tutkimuksellinen opiskelu laboratorioympäristössä oppilaiden kanssa pienryhmissä</li> <li>• kouluttajien tuki ja ohjaus kokoaikaisesti</li> <li>• demonstraation tekeminen ja sen videointi</li> <li>• refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen</li> <li>• ryhmäkeskustelut ja palautekysely</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 21</li> </ul>
<b>FyKe-kurssilta saatu palaute</b>	
<i>Omnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellinen opiskelu ja aineenhallinta nivoutuivat hyvin yhteen</li> <li>• opittiin uutta kemiasta ja sen tutkimuksellisesta opiskelusta demoja tekemällä ja lasten kanssa tutkimuksia tekemällä pienryhmissä</li> <li>• ennakkoluulot ja pelot kemiaa kohtaan olivat hälvenneet</li> <li>• ennakkoluulot oppilaiden mukanaoloa kohtaan hälvenivät</li> <li>• uteliaisuus fysiikkaa ja kemiaa sekä tutkimuksellisuutta kohtaan heräsi</li> <li>• laboratorio oli opiskelupaikkana innostava</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tutkimuksellinen opiskelu hallussa teoriasolla, kuinka saada se käyttöön</li> <li>• kuinka parantaa aineenhallintaa</li> <li>• miten kehittää päiväkirjan käyttöä reflektoinnissa ja oman työn kehittämistyökaluna</li> </ul>

## Toinen mesosykli

FyKe-kurssi Ympäristö- ja luonnontieto -opintojakson osana luokanopettajan aikuiskoulutuksessa vuonna 2012

### Alustava suunnitelma

<i>Resurssit ja kehittäjät</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tilat: yliopistokeskus ja AMK:n kemian laboratorio</li> <li>• suunnittelijat, kouluttajat ja kehittäjät: tutkija-aineenopettaja ja luokanopettaja</li> <li>• kohde- ja arvioijaryhmä sekä kanssakehittäjät: 39 luokanopettaja-opiskelijaa, mukana koulutuksessa 5.-6. luokkalaisia</li> <li>• yhteistyökumppanit: yliopistokeskus, AMK ja kaupungin sivistystoimi</li> <li>• aikataulu: kevät 2012</li> </ul>
<i>Tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samat kuin 1. syklissä sekä</li> <li>• refleктоiva prosessipäiväkirjan saaminen aktiiviseen käyttöön opiskelun ja oman kehittymisen tueksi</li> </ul>
<i>Sisällöt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opetussuunnitelman perusteet ja kemian tutkimuksellinen opiskelu</li> <li>• aineenhallinnan haltuunotto ohjeistetusti</li> <li>• refleктоiva prosessipäiväkirja opiskelun tueksi kurssin alusta alkaen</li> <li>• alkuorientointi</li> <li>• tutkimuksellinen opiskelu pienryhmissä</li> <li>• demonstraatiot</li> <li>• ryhmäkeskustelut ja palaute</li> </ul>
<i>Työskentelytavat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opetussuunnitelmaan tutustuminen itsenäisesti mutta ohjatusti</li> <li>• ilmiöihin ja käsitteisiin tutustuminen itsenäisesti mutta ohjatusti</li> <li>• alkuorientointina alkukysely ja tavoitteiden asettaminen päiväkirjaan</li> <li>• tutkimuksellinen opiskelu laboratorioympäristössä oppilaiden kanssa pienryhmissä</li> <li>• kouluttajien tuki ja ohjaus kokoaikaisesti</li> <li>• demonstraation tekeminen ja sen videointi</li> <li>• yhteiset pohdinnat ja palautteenanto</li> <li>• refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen</li> </ul>
<i>Ohjelma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liite 23</li> </ul>

<i>FyKe-kurssilta saatu palaute</i>	
<i>Onnistumisia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tutkimuksellinen opiskelun ja aineenhallinnan opiskelu nivoutuivat hyvin yhteen</li> <li>oppimisympäristönä laboratorio oli innostava</li> <li>opettajaopiskelijat saivat merkityksellisiä kokemuksia tutkimuksellisen opiskelun ohjauksesta</li> <li>työskentely pienryhmissä loi rohkaisevan ja turvallisen ilmapiirin aidolle yhdessä oppimiselle ja tiedon rakentamiselle</li> <li>kouluttajien aidon innostuksen välittyminen opiskelijoille tuki heidän sekä aineen että tutkimuksellisen opiskelun oppimistaan</li> <li>opiskelijat kokivat saaneensa harjoitusta ja käytännön kokemusta tulevaan työhönsä tutkimuksellisen kemian opiskelun ohjaajina</li> <li>reflektoivan prosessipäiväkirjan kirjoittaminen koettiin hyödylliseksi, sillä sen kautta oma oppiminen ja kehittyminen tulivat näkyviksi ja toisaalta se antoi mahdollisuuden pohtia tuntemuksia, pelkoja ja onnistumisia. Omat ajatukset ja asiat selkiytyivät ja jäsentyivät</li> </ul>
<i>Haasteita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kuinka tiedon levittäminen saadaan hoidettua kouluilla</li> </ul>

#### IV. Kehittämistutkimus kolmannessa aallossa

Kehittämistehtävänä kolmannessa aallossa oli kahdessa syklissä FyKe-kurssin suunnittelu, varsinaisen koulutuksen toteutus ja arviointi sekä lopullisen FyKe-kurssimallin luominen. Perustana kehittämistyössä olivat luokanopettajaopiskelijoiden tarpeiden ohella tutkimuksen ensimmäisessä ja toisessa aallossa tahtunut täydennyskoulutusmallin kehitystyö sekä siitä saadut kokemukset ja tutkimustulokset. Lisäksi huomioitiin koko kehittämistutkimusta ohjaavan ongelma-analyysin tulokset tutkimuksellisesta kemianopetuksesta ja tieto haasteista ja mahdollisuuksista, joita aikuinen oppijana tuo osallistavan koulutuksen järjestämiseen.

Luokanopettajaopiskelijoiden tarpeita tutkittiin tekemällä molempien syklien alussa empiiriset tarveanalyysit, joista saatujen aineistojen jäsentelyssä käytin puolistrukturoidun kyselykaavakkeen mukaisesti seuraavaa teemoittelua:

1. Kemian luonne opetettavana oppiaineena
2. Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet
3. FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia ja haasteita.

Kummassakin syklissä toteutetun FyKe-kurssin arviointia ja jatkokehittämistä varten kurssille osallistuneet opettajaopiskelijat vastasivat puolistrukturoituun kyselyyn kurssin päätteeksi. Saamani tutkimusaineiston luokittelin seuraavien pääteemojen mukaan:

1. Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet
2. Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytänteet FyKe-kurssilla

Toisessa syklissä järjestetyn kurssin aikana jokainen opettajaopiskelija kirjoitti omaa reflektovaa prosessipäiväkirjaansa. Nämä päiväkirjat muodostavat toisen tärkeän osan tutkimusaineistostani. Sekä kyselyllä saadun aineiston että prosessipäiväkirjojen muodostaman aineiston olen analysoinut teoriaohjaavan sisäl-

lönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia.

Seuraavassa teen koontia kolmannesta aallosta koko tutkimusta ohjaavien päätutkimuskysymysten mukaan ja tarkastelen niitä FyKe-kurssin kehittämisen näkökulmasta. Kolmannen aallon kehittämistutkimusta ohjasivat ensimmäisen ja toisen aallon kehittämistutkimuksen tavoin koko tutkimukselle asetetut päätutkimuskysymykset:

- *Kehittämistuotos*: Millaisia ominaisuuksia on tutkimuksellista kemian opetusta peruskoulun alaluokilla tukevalla, osallistavalla luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksella?
- *Ongelma-analyysi*: Millaisia uusia mahdollisuuksia ja haasteita osallisuus ja yhteisöllisyys opettajankoulutuksessa tuovat tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiselle?
- *Kehittämisprosessi*: Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita yhteisöllinen toiminta asettaa luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämiseksi?

Kolmannen aallon tutkimusaineiston pohjana olevan teemoittelun ja päätutkimuskysymysten välisen yhteyden olen esittänyt taulukossa 33. Taulukoon koottuun tiedon pohjalta olen vastannut päätutkimuskysymyksiin kolmannen aallon tutkimustulosten pohjalta.

TAULUKKO 33 Kolmannen aallon teemoittelusta vastauksia päätutkimuskysymyksiin

Päätutkimuskysymykset	<i>Kehittämisprosessi/ kuka kehittää ja kuka arvioi tehtyä</i>	<i>Ongelma-analyysi/ mitä uutta opetukseen</i>	<i>Kehittämistuotos/ mitä ominaisuuksia</i>
Teemoittelu			
<b>Tarveanalyysi</b>			
<i>Kemian luonne opettavana oppiaineena</i>	luokanopettaja-opiskelijat kehittämis- ja kouluttajatyöryhmä	asenne kemiaa kohtaan vaihteleva linkitys arkipäivään	tutkimuksellisuus luontevaksi osaksi
<i>Tutkimuksellisen kemian opetuksen haasteet ja mahdollisuudet</i>	luokanopettaja-opiskelijat kehittämis- ja kouluttajatyöryhmä	aineenhallinnan haasteellisuus käytännön kokemus tutkimuksellisuudesta puuttui	oppimisympäristö ja ilmapiiri työtavat aihealueet tutusta
<i>FyKe-kurssiin liittyviä odotuksia</i>	luokanopettaja-opiskelijat	kemian rooli alakoulun opetuksessa omaan työhön työohjeita ja opetusmateriaalivinkkejä aineenhallinta lisää asennemuutosta	yleiset järjestelyt koulutuksessa: mitä, kenelle, milloin, missä tutkimuksellisuus ja toiminnallisuus käytäntöön aineenhallintaa mukaan

Koulutuksen arviointi			
<i>Tutkimuksellisen opiskelun haasteet ja mahdollisuudet</i>		uteliaisuuden herääminen siirto kouluun opettajan ja oppijan roolin hahmottuminen tutkimuksellisuudessa	innostava ja merkityksellinen kurssi oppilaat mukana koulutuksessa kouluttajan rooli opettajan rooli reflektoidun prosessipäiväkirjan rooli
<i>Sisällöt, kehitetyt työtavat ja käytännöt FyKe-kurssilla</i>		asennemuutos pääsi harkintaan opetusmateriaali tuli tutuksi opettaja tutkimuksellisuuden ohjaajana omassa työssä	aineenhallintaa paremmaksi sitomalla teoria käytäntöön kouluttajien toiminta käytännössä reflektoidu prosessipäiväkirja yhteisöllisyys

### Kehittämisprosessi

Kolmannessa aallossa päävastuu suunnittelusta, kehittämisestä ja koulutuksen toteutuksesta oli samalla kehittämis- ja kouluttajatyöparilla kuin ensimmäisessä aallossa. Molemmassa sykleissä luokanopettajaopiskelijaryhmät osallistuivat aktiivisesti kehittämisprosessiin ensinnäkin suunnitteluvaiheessa vastaamalla empiiristen tarveanalyysien tekovaiheissa survey-kyselyihin. Koulutuksen toteutusvaiheessa he osallistuivat koulutuksen kehittämiseen osallistumalla aktiivisesti koulutukseen sekä ryhmäpohdintoihin ja kirjoittamalla prosessipäiväkirjaa, josta lähes reaaliaikaisesti kouluttajat saattoivat nostaa asioita koko ryhmän pohdittavaksi. Koulutuksen päätteeksi he arvioivat kehittämistuotoksia vastaamalla kyselyihin.

### Ongelma-analyysi

Oman aineenhallintansa opettajaopiskelijat kokivat edelleen kurssin päätyttyäkin olevan heikon, mutta he uskoivat saavansa sen omatoimisesti opiskelemalla ajan tasalle. FyKe-kurssin toteutustapa koettiin mielekkääksi kokonaisuudeksi ja opettajaopiskelijat korostivat erityisesti käytännön tekemisen merkitystä. He olivat tyytyväisiä käytännön laborointeihin oppilaiden kanssa ja he olivat valmiita viemään oppimaansa käytäntöön ja omaan opetustyöhönsä. Uteliaisuus tutkimukselliseen opiskeluun ja sen käyttämiseen jatkossa oli herännyt ja omat kouluaikaiset pelot olivat hälvenneet.

Heidän käsityksensä mukaan kouluttajien esimerkki ja innostus välittyi heihin opiskelijoihin ja tuki heidän sekä aineen että tutkimuksellisen opiskelun oppimistaan. Kouluttajien toimintaa seurattaessaan he olivat panneet merkille esimerkiksi tavan ohjata tutkimusten tekoa eteenpäin vievien pienten kysymysten avulla. Alkuvirittäytymiset ja kouluttajien vetämät koonnit olivat myös olleet heidän käsityksensä mukaan tärkeitä oppimisen paikkoja.

Kurssin aikana hyvin moni opettajaopiskelija oli kokenut, että oma asenne ja suhtautuminen kemiaan olivat muuttuneet radikaalisti. He kokivat saaneensa

harjoitusta ja käytännön kokemusta ja olivat nyt idearikkaina valmiita lähtemään kentälle kokeilemaan tutkimuksellisen opiskelun ohjaamista. Erityisesti oppilaiden mukanaolo osa-aikaisesti koulutuksessa oli antanut heille itsevarmuutta ja madaltanut kynnystä tартtua toimiin jatkossa.

### **Kehittämistuotos**

FyKe-kurssilla oppimisympäristönä käytetty laboratorio oli ollut innostava. Salliva ja myönteinen ilmapiiri oli luonut rohkeutta niin opettajaopiskelijoihin kuin myös oppilaisiin. Osallistava pienryhmätyöskentely (2 opettajaopiskelijaa + 2 oppilasta) oli mahdollistanut työskentelyn kiireettömyyden. Aineenhallinnan haltuunotto pääosin kuului kurssilla opiskelijoiden oman työn osuuteen, ja käsitteiden ja ilmiöiden sitominen kiinteästi käytännön laborointiin oli tehnyt siitä mielekästä ja tarpeellista.

Kolmannessa aallossa kehitettävänä ollut FyKe-kurssimalli on tutkimustulosten mukaan ollut luokanopettajaopiskelijoille merkityksellinen kokemus. He olivat oppineet kurssin aikana uutta kemiasta ja sen tutkimuksellisesta opiskelusta etenkin omien demojen ja lasten kanssa tutkimusten tekemisen myötä. Opiskelijoilla oli aluksi ollut ennakkoluuloja oppilaiden koulutukseen mukaan tuloa kohtaan, mutta käsitystensä mukaan he saivat arvokasta kokemusta oppilaiden ohjaamistilanteista käytännön tasolla sekä pääsivät kurkistamaan oppilaiden ajatusmaailmaan ja heidän tapaansa rakentaa tietoa.

FyKe-kurssin toteutustapa on ollut mielekäs kokonaisuus ja sen järjestäminen oikeassa kemianlaboratoriossa sallivan ilmapiirin vallitessa on koettu innostavaksi ja motivoivaksi. Opettajaopiskelijat korostivat yhdessä käytännön tutkimusten tekemisen ja pohdintojen merkitystä. Uteliaisuus tutkimuksellisuuteen opiskelussa ja sen käyttämiseen opetuksessa oli herätetty ja omat kouluaikeiset pelot olivat hävinneet. Reflektoivan päiväkirjan kirjoittamisen funktio koulutuksessa selkiytyi, kun se otettiin keskusteluihin mukaan. Opettajaopiskelijat huomasivat, että sen kautta voi tuoda näkyväksi omaa oppimista ja kehittymistä kirjoitetussa muodossa. Kokonaisuudessaan päiväkirjojen kirjoittamisen koettiin selkeyttäneen ja jäsentäneen asioita sekä omia ajatuksia.

Kemian aineenhallinta koettiin haasteeksi, mutta ei enää kurssin jälkeen mahdottomuudeksi, sillä opiskelijat olivat kokeneet, että alakoulun kemian sisällöt ovat arkeen kytkettäviä ja järkeenkäyviä. Kurssin sisällön he olivat kokeneet monipuoliseksi ja kattavaksi sekä käsitteiden ja ilmiöiden ”teoriasta käytäntöön”-haltuunottotavan toimivaksi.

Kouluttajien innostus ja mielenkiinto opiskeltavaa asiaa kohtaan koettiin heijastuneen myös oppijoihin. Osallistava pienryhmätyöskentely oli luonut turvallisuutta ja rohkaisi niin oppilaita kuin opettajaopiskelijoita kokeilemaan ja pohtimaan ääneen nähtyä ja tapahtunutta sekä tekemään johtopäätöksiä. Tärkeäksi oppimisprosessin kannalta opettajaopiskelijat kokivat sen, että oppilaat pääsivät soveltamaan vanhaa, olemassa olevaa tietoaan uuteen ja siten kehittämään omaa ajatteluaan ja ymmärrystään. Selkeästi tämä toiminta tuotti oivalluksia ja sitä kautta iloa oppimisesta. Opettajaopiskelijat olivat oivaltaneet, että opetuksen kytkeminen oppilaiden arkipäivään ja tutkittavien ilmiöiden ottami-

nen arjesta ovat hyviä tapoja saada lapset innostumaan ilmiöiden ihmettelystä ja sitä myöten tutkimisesta ja oppimisesta. Itse menetelmä saa oppilaat innostumaan, koska he pääsevät toimimaan aktiivisesti ja kokemaan oivalluksia.

## 7 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kehittämistutkimuksessa ilmiön, tässä tapauksessa tutkimuksellisen lähestymistavan tarkastelu kemian opetuksessa, tehtiin kokonaisvaltaisesti (esim. Edelson 2002). Pää tavoitteena kehittämistutkimuksessa puolestaan oli tuottaa kehittämistuotos (vrt. Bell ym. 2004), joka tällä kertaa oli osallistava ja motivoiva koulutusmalli, jota voidaan soveltaa kokeelliseen ja tutkimukselliseen kemian opetukseen niin luokanopettajien peruskoulutuksessa kuin myös täydennyskoulutuksessa. Kehittämistutkimukselle tyypilliseen tapaan tutkimus eteni systemaattisesti ja iteratiivisesti sekä aaltojen sisällä että aallosta toiseen; saavutettu tutkimustieto sisällytettiin aina osaksi kehittämistä (vrt. Edelson 2006; 2002). Kaikissa kolmessa aallossa toteutettu kehittämistutkimus suoritettiin kehittämistutkimukselle määriteltyjen hyvien toimintatapojen mukaisesti (Design-Based Research Collective 2003). Seuraavassa teen johtopäätöksiä kehittämistutkimuksessa saaduista tuloksista vastaamalla kaikkiin kolmeen päätutkimuskysymykseen.

### 7.1 Kehittämisprosessi: Kehittäjätohojen yhteisöllisyys koulutusmallin suunnittelussa ja toteutusprosessissa

Ensimmäisenä vastaan koulutusmallin kehittämisprosessiin liittyvään kysymykseen, kun tavoitteena oli kehittää tutkimukselliseen kemianopetukseen soveltuva opettajankoulutuksen toteutusmalli, ja kun näkökulmana on kehittäjätohojen yhteisöllinen toimintaa kehittämistutkimuksen aikana. Kehittämistutkimus tapahtui kolmena aaltona yhteensä seitsemässä syklissä toteutettujen koulutusten yhteyksissä. Niihin liittyi jatkuvaa testaamista, arviointia ja kehittämistä, mikä on pyritty dokumentoimaan ja raportoimaan systemaattisesti (vrt. Nieveen & Folmer 2013). Tutkimuksen edetessä on raportoitu samoin myös kehittämisprosessin muuttumista (vrt. Collins ym. 2004). Tutkijan roolissa olen koordinoinut päävaiheet koko tutkimuksen ajan samalla edusten myös sekä

luokan- että aineenopettajia. Ensimmäisessä aallossa suunnittelija- ja kouluttajatyöryhmässä minun lisäksi oli osallisena yksi luokanopettaja, toisessa aallossa yhteensä kolme aineen- ja yksi luokanopettaja ja kolmannessa aallossa sama luokanopettaja kuin ensimmäisessä aallossa. Näin suunnittelija- ja kouluttajatyöryhmien toimintaan kehittämistutkimuksessa kuuluu yhteisöllisyys ja kehittämistyössä hyödynnettään jaettua asiantuntijuutta ja osallisten erilaista osaamista (vrt. Kiviniemi 2015; Nieveen & Folmer 2013; Nieveen ym. 2006; Design-Based Research Collective 2003; Collins 1992).

Tutkimuksen edetessä koulutukseen osallistuneiden rooli varsinaisen kehittämis- ja kouluttajatyöryhmän rinnalla kasvoi. Ensimmäisessä aallossa he osallistuivat aktiivisesti lähinnä kehittämistuotoksen arviointiin. Toisessa aallossa empiirisen tarveanalyysikyselyn avulla koulutettavilta saatiin arvokasta tietoa jo suunnittelu- ja kehittämistyöhön tuotoksen arvioinnin ohella. Kolmannessa aallossa edellä kerrottujen toimien lisäksi luokanopettajaopiskelijaryhmät osallistuivat kehittämistyöhön koulutustoiminnan jatkuvalla reflektoinnilla kirjoittamalla prosessipäiväkirjaa, josta lähes reaaliaikaisesti kouluttajat saattoivat nostaa asioita koko ryhmän pohdittaviksi ja huomioitaviksi meneillään olevassa koulutuksessa. Päiväkirjarefleksointi ja niissä esille tuotujen asioiden yhdessä pohtiminen sitoutti koulutettavia ja motivoi heitä reflektimaan asioita yhä syvällisemmin niin opettamisen kuin myös oman oppimisen kannalta. Tällainen yhteisöllisyys ja osallisuus lisää kehittämisen onnistumisen mahdollisuuksia samalla haastaen kouluttajatyöryhmää reagoimaan ja toimimaan reaaliaikaisesti.

Tarkastelemalla edellä esitetyissä kolmessa aallossa kehittäjätahojen kehittämistutkimuksen toteutumiselle tuomia mahdollisuuksia ja haasteita voi havaita, että jaetun asiantuntijuuden, yhteisöllisyyden ja osallisten erilaisen osaamisen merkitys kehittämistutkimuksen toteuttamisessa nousee tärkeään rooliin (vrt. Nieveen & Folmer 2013; Nieveen ym. 2006; Design-Based Research Collective 2003; Collins 1992). Varsinaisen kehittämis- ja kouluttajaryhmän lisäksi koulutettavien rooli kehitystyössä kasvaa tutkimuksen edetessä. Karjalainen ja kumppanit (2006, 96) ovat todenneet tällaisen ajatusten vaihtoa, keskustelua ja vuoropuhelua sisällään pitävän yhteisöllisyyden voivan tulevaisuudessa jopa muodostua opettajien täydennyskoulutuksen kulmakiveksi. Ryhmän tuki ja kollegiaalisuus kun tutkitusti kehittävät opettajan ammatillista kasvua. (Helin 2014; Wilson 2008).

Yhteisöllisyys lisää kehittämisen onnistumisen mahdollisuuksia, kun se selkeästi osallistaa koulutuksessa olevia. Samalla se myös haastaa kehittäjäryhmää reagoimaan ja toimimaan reaaliaikaisesti. Pernaan (2011) mukaan yhteisöllisyys sitouttaa koulutettavat osaksi kehittämisprosessia ja yhteisöä, mikä puolestaan parantaa tuotoksen soveltuvuutta käyttäjien tarpeisiin. Tämä tukee edelleen koulutuksessa opitun käyttöönottoa omassa opetuksessa. Kuitenkin on muistettava, että onnistuessaankin kehittämistutkimuksen siirrettävyys ja tavoitteiden saavuttaminen toteutuu ensisijaisesti paikallisesti (vrt. Barab & Squire, 2004).



## 7.2 Ongelma-analyysi: Kehitettyjen koulutusmallien mahdollisuudet ja haasteet tutkimuksellisen kemianopetuksen tukemiseen

Tässä luvussa keskityn ongelma-analyysin avulla löydettyihin mahdollisuuksiin ja haasteisiin, joita osallistava opettajakoulutus tuo peruskoulun alaluokkien tutkimukselliseen kemian opetukseen.

Tutkimuksellisuus alakoulujen kemian opetuksessa tarjoaa mahdollisuuksia käyttää aktiivisia ja oppilaskeskeisiä työtapoja kemian opiskelussa alakoulussa (esim. Whitenack & Swanson 2013; Zeichner, 2010; Darlin-Hammond, 2006). Tämä pitää paikkansa myös tämän kehittämistutkimuksen kaikissa kolmessa aallossa tehtyjen tutkimusten mukaan. Esimerkiksi ensimmäisessä aallossa toteutettu tutkimuksellisuus innosti opettajia pohtimaan omaa käytössä olevaa kemian pedagogiikkansa ja miettimään erityisesti haastetta saada oman luokan oppilaat uteliaina ja innostuneina tutkimaan kemian ilmiöitä ja tekemään kokeita.

Kun oma innostus muuttaa opetusmenetelmiä kohti oppilaskeskeisyyttä ja tutkimuksellisuutta on herännyt, on opettajien mielestä tärkeää saada myös kollegat omalla koululla mukaan toimintaan. Tästä syystä kannattaa tietoisesti täydennyskoulutukseen osallistujat valita niin, että kultakin koululta tulee koulutukseen työpari, jotta he pystyvät koulutuspäivien välilläkin pohtimaan asioita keskenään oman koulun näkökulmasta. Helinin (2014) ja Wilsonin (2008) mukaan yhteisöllisyys ja sen sisällä yhteistyö, työyhteisö ja sitoutuminen edesauttavat asioiden toteutumisen koulu yhteisössä.

Tutkimuksellisuus opiskelussa vaatii toisenlaista suhdetta opettajan ja oppijan välille kuin tavanomaiset opetustavat. Se vaatii esimerkiksi korkeamman tason organisointia, suunnittelua ja jäsentelyä niin opettajalta kuin oppilaalta-kin (vrt. Barnett & Hodson 2001). Toisen aallon ensimmäisessä syklissä tutkimuksen keskiöön nostettu opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa havaittiin moninaiseksi ja vaativaksi; jo opetuksen suunnitteluvaiheessa opettajan on huomioitava muutakin kuin opetettava asiasisältö. Opettajan tulee esimerkiksi kiinnittää paljon huomiota oppimisympäristön luomiseen ja varustamiseen oppilaita stimuloivaksi, kuten työskentely autenttisessa laboratorioympäristössä sai opettajat oivaltamaan. Mielenkiintoinen oppimisympäristö selkeästi tukee oppilaiden kiinnostusta luonnontieteiden opiskelua kohtaan (vrt. Fitzgerald 2012; Tytler ym. 2008, viii; Havu-Nuutinen ym 2005; Aho ym.2003).

### 7.3 Kehittämistuotos: Osallistava ja tutkimuksellisuuteen innostava kemianopetuksen koulutusmalli luokanopettajien perus- ja täydennyskoulutukseen

Tässä luvussa esittelen kolmessa aallossa tehtyjen tutkimusten tuloksena kehitetyn, tutkimuksellista kemian opiskelua tukevan ja siihen innostavan, osallistavan opettajankoulutusmallin (kuvio 19).

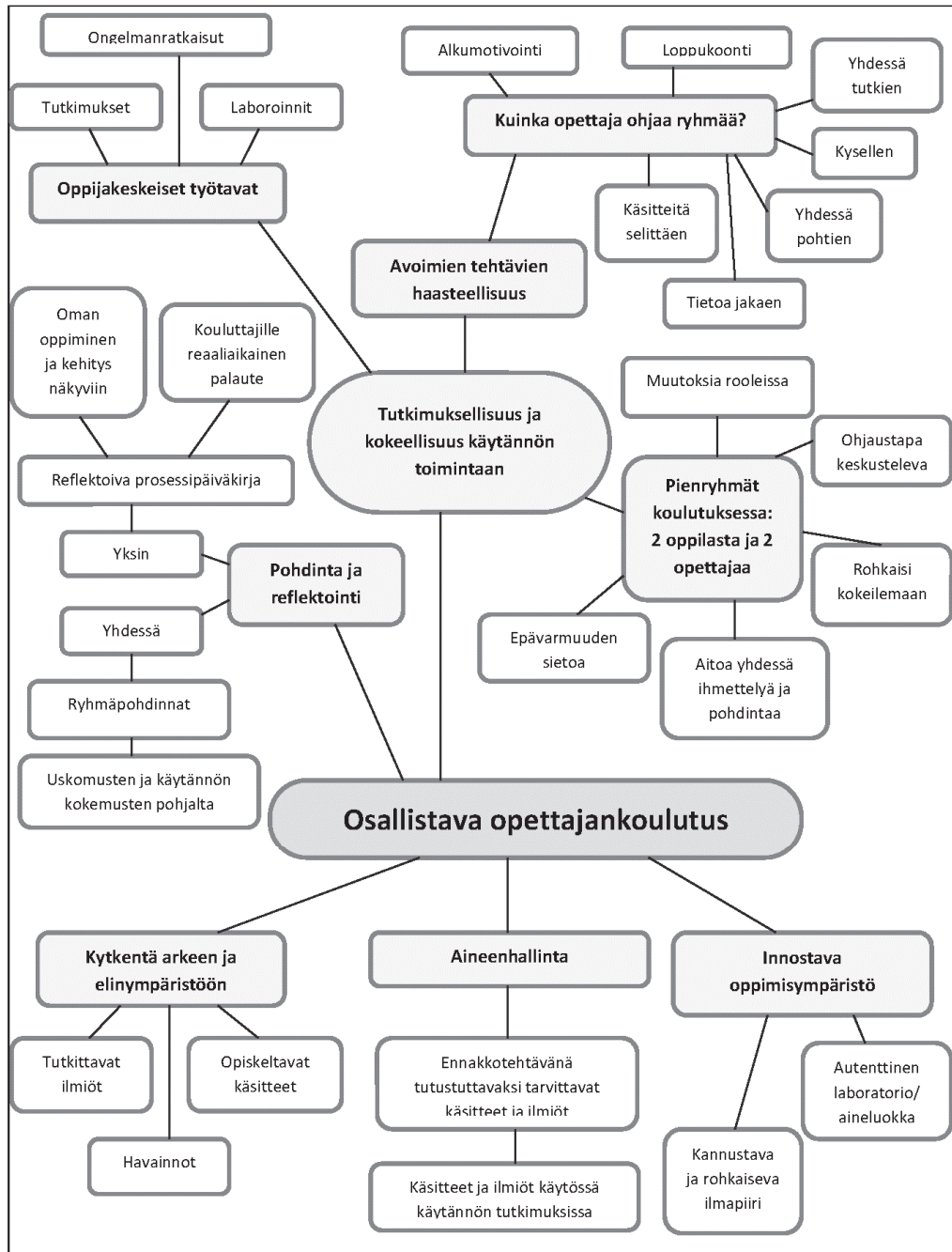
Kehitettyssä koulutusmallissa luennoinnin sijaan suositaan pienryhmätyöskentelyä, joissa käytännön kokeiden ja tutkimusten tekemisen lisäksi on mukana ongelmanratkaisua. Koulutusten aikana opettajia osallistetaan ja heidän uteliaisuutta ja motivaatiota tuetaan esimerkiksi ottamalla käyttöön oppijakeskeisiä ja yhdessä tekemiseen keskittyviä työtapoja. Näin tutkimuksellisuus käytännön tasolla sisältää sekä aktiivista ja fyysistä tekemistä että ajattelua ja järjeilyä, kuten on raportoitu myös useissa muissakin tutkimuksissa (Abrahams & Reiss 2012; Dietz & Davis 2009; Howes ym. 2009; Akerson & Hanuscin 2007; Nakhleh ym. 2002; Millar ym. 2002).

Opettajankoulutusmallissa kiinnitetään huomiota kannustavan ilmapiirin luomiseen, koska se on tutkimuksellisen opiskelun kontekstissa erittäin merkityksellistä opettajien ja opettajaopiskelijoiden kemiaan ja sen tutkimukselliseen opiskeluun innostumisen kannalta. Leonard ja kumppanit (2009) ovat samansuuntaisesti tutkimuksessaan todenneet, että opettaja tarvitsee positiivista mielikuvaa luonnontieteiden tutkimuksellisesta opetuksesta, oppijakeskeisiä työtapoja ja kannustavaa ilmapiiriä opettajakoulutuksessa, jotta hän siirtäisi tutkimuksellisuutta koulutuksesta opetukseensa.

Koulutustapahtumassa on hyvä olla samanaikaisesti paikalla useampia toimivia kouluttajia, jotta oppijoille välittyä aitouden tuntu yhdessä pohtimisesta ja tekemisestä, ja heille tarjoutuu mahdollisuus helposti kääntyä tarvittaessa kouluttajan puoleen. Kouluttajien toimintaa seuratessaan koulutettavat saavat kokemusta opettajan toiminnasta elävänä esimerkkinä: koulutustilanteessa kouluttajien innostuneisuus ja käytännön kokemus tutkimuksellisesta lähestymistavasta opetustyössä sekä välitön, ihmistä ymmärtävä ilmapiiri ja keskusteleva ohjaustapa ovat opettajille merkityksellisiä asioita. Tätä tukee myös Schreinerin ja Sjöbergin (2004) tutkimustulokset, joiden mukaan oppijoiden positiivinen asenne luonnontieteitä kohtaan lähtee opettajan tavasta opettaa ja ohjata. Ja opettajat ovat avainroolissa myös tutkimuksellisen lähestymistavan käyttöönotossa omassa työssään (esim. Pernaa 2011).

Koulutusten pitopaikkana autenttinen kemian laboratorio tai kemian aineluokka on valinta, jota tukevat monet aiemmin tehdyt tutkimukset (esim. Fitzgerald 2012; Tytler ym. 2008, viii; Havu-Nuutinen ym 2005; Aho ym.2003; Akse-la & Juvonen 1999, 15, 19-21). Tällöin opettajat voivat tutustua samalla kemian laitteisiin ja välineisiin, mikä tutkimuksen mukaan stimuloi heitä yhdessä pohtimaan ja muodostamaan käsitystä alaluokkien luonnontieteiden opiskeluun houkuttelevasta oppimisympäristöstä. Tutkimuksellisessa kemian opiskelussa tarvittavien materiaalien osalta tehtiin koulutukseen osallistuneiden opettajien

kanssa kehittämistyötä, jonka lopputuloksena on kuviossa 13 esitetty *FyKe*-tarvikelaatikko alakoulujen opetuskäyttöön.



KUVIO 19 Tutkimuksellisuuden innostava, osallistava opettajankoulutusmalli

Koulutuksissa tutkittavat ilmiöt ja opiskeltavat käsitteet sekä havaintojen tekeminen on hyvä kytkeä oppijoiden elämysympäristöön ja arkeen. Koulutuksen ohjelmaan valittujen tutkimusten ja laborointien on hyvä olla monipuolisia niin aihepiirien kuin myös tehtävien avoimuuden suhteen ja aihekokonaisuuksien tulee kytkeytyä arkipäivään ja olla käytännönläheisiä (vrt. Kärnä ym. 2012; Aksela 2009; Kauppila 2007; Aksela 2005; Opetushallitus 2004; Puolimatka 2002: 41–44; Hakkarainen ym. 1999b: 11–13; Domin 1999).

Opettajien kemian sisältötiedon ja aineenhallinnan kehittyminen on myös yksi tärkeä tavoite niin opettajan täydennys- kuin peruskoulutuksessa (vrt. Lucero ym. 2013; Whitenack & Swanson 2013; Lee 2011; Zeichner, 2010; Tytler ym. 2008; Darlin-Hammond 2006; Luera & Otto 2005). Tässä koulutusmallissa täydennyskoulutuksessa luokanopettajien aineenhallintaa tuodaan koulutukseen korostamalla kemian käsitteiden ja ilmiöiden opiskelua osana käytännön tutkimusten tekemistä. Luokanopettajan peruskoulutuksessa aineenhallintaa opettajaopiskelijat lisäävät ilmiöiden ja käsitteiden ”teoriasta käytäntöön” -haltuunottotapaa käyttäen, eli tutkimuksellisen kemian opiskelun kontekstissa kouluttajien ohjaamana opettajaopiskelijat omana etukäteistyötä tutustuvat ilmiöihin ja käsitteisiin, jotka tietoisesti sidotaan käytännössä tehtäviin tutkimuksiin ja laborointeihin.

Opettajien aktiivisella mukanaololla sekä koulutuksen suunnitteluvaiheessa että arvioinnissa varsinaisen toiminnan lisäksi kasvatetaan osallisuutta. Toiminnanaikainen pienryhmätyöskentely puolestaan mahdollistaa aktiivisen reflektoinnin ja toiminnan jatkuvan arvioinnin yhteisöllisesti, kuten on ilmenyt myös muissa tutkimuksissa (esim. Lavonen ym. 2006; Prenzel & Ostermeier 2006; van Driel ym. 2001). Haasteita, omatoimisuutta ja muutoksia työrooleissa ja -tehtävissä sisältävä yhteistoiminta ja ryhmässä eri tehtävien parissa oppiminen koulutuksen aikana panee oppijoiden omat uskomukset ja totutut käytännöt koetukselle. Tämän on todettu vievän eteenpäin ammatillista kehittymistä (ks. esim. Falk & Drayton 2009; Sandholz 2002).

Kokemusten reflektointi ja refleктоivan päiväkirjan kirjoittaminen koulutuksen aikana tuo näkyväksi omaa oppimista ja kehittymistä sekä selkiinnyttää ja jäsentää asioita, omia ajatuksia ja oppimista ja siten mahdollistaa ammatillista kehittymistä (vrt. Wilson 2008; Ferreira ym. 2007). Kuitenkin refleктоivan prosessipäiväkirjan kirjoittamisen funktio ei välttämättä ole itsestään selvyys. Siksi sen tavoitteellisuus koulutuksessa on syytä selkiinnyttää yhteisissä keskusteluissa; tarvittaessa voidaan määritellä yhdessä näkökulmaia tai punaisia lankoja (kuvio 17), joita oppijat voivat kuljettaa mukana päiväkirjapohdinnoissaan kurssin ajan ja refleктоida ajatuksiaan niiden pohjalta. Tutkimus osoitti tämän auttavan oppijoita pääsemään refleктоinnissa seuraavalle tasolle ammatillisen kasvunsa pohdinnoissa.

Kehitetyssä koulutusmallissa tutkimuksellisuus ja opettajien haasteelliseksi kokema oppilaiden ohjaaminen erityisesti avoimien tutkimusten tekemisessä tulee harjoiteltavaksi siten, että käytännössä osa-aikaisesti työskentely tapahtuu pienryhmissä, joissa kussakin on kaksi opettajaa/opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta. Tällainen tilanne tarjoaa opettajille kouluttajien ohjauksessa turvalli-

sen mahdollisuuden saada kokemusta siitä, kuinka tutkimuksellista opiskelua on mahdollista ohjata eteenpäin oppilaiden kanssa ilmiöitä tutkien ja selittäen, asioita yhdessä pohtien, sopivia kysymyksiä esittäen ja välillä tietoa jakaen ja käsitteitä selkiinnyttäen, kuten esimerkiksi Ash (2000a), Ash ja Kluger-Bell (2000) sekä Bransford (2000) kumppaneidensa kanssa ovat tutkimuksissaan opettajan roolia tutkimuksellisessa lähestymistavassa kuvanneet.

Kouluttajien vetämät alkumotivoinnit ja loppukoonnit, joissa varmenneetaan niin saatuja tutkimustuloksia kuin myös käsitteitä ja ilmiöitä, kuuluvat tärkeänä osana koulutukseen. Sandholtzin (2002) tutkimuksen mukaan ammatillisen kehittymisen tulisikin olla konstruktiiivista työskentelyä yhdessä toisten kanssa; toisilta opittaessa tapahtuu kehittymistä.

#### 7.4 Tutkimuksen luotettavuus- ja eettisyystarkastelua

Tutkimukseni on kehittämistutkimus, jota voi luonnehtia teoreettisesti orientoituvaksi, interventioita ja yhteisöllisyyttä hyödyntäväksi, herkästi reagoivaksi ja iteratiiviseksi lähestymistavaksi (vrt. McKenney & Reeves 2012, 76). Tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen (luku 2) pohjalta tapahtui sekä tutkimus että käytännön tilanteiden ja tutkittavien ilmiöiden muutos eli kehittäminen kolmena aaltona (luvut 4–6). Aineiston päähankintamenetelminä käytin sekä kyselyjä että päiväkirjoja, ja pääasiallisena aineiston analysointimenetelmänä olivat laadulliset sisällönanalyysit.

Kehittämistutkimuksesta kun on kyse, on sen luotettavuuden ja pätevyyden todentaminen haasteellista. Luotettavuutta ja pätevyyttä kehittämistutkimuksessa arvioidaan usein peilaamalla niitä Lincolnin ja Guban (2005) neljään luokittelukriteeriin (McKenney & Reeves 2014; Pernaa 2013). Kiviniemen (2015) mukaan kullakin tutkimusotteella on kuitenkin omat erityispiirteensä. Siksi kehittämistutkimuksenkin luotettavuutta tulisi tarkastella myös sen ominaispiirteiden näkökulmasta.

Tutkijana olen koko ajan ollut tietoinen, että en ole lähtenyt tulkitsemaan aineistoa tyhjältä pöydältä. Kokemukseni luokan- ja aineenopettajana eri asteilla, opettajankouluttajana ja täydennyskouluttajana sekä opetuksen kehittämisprojekteissa toimijana samoin kuin tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen perehtyminen jo aineiston keruuvaiheessa ovat vaikuttaneet näkemyksiini tutkittavasta ilmiöstä sekä niihin tutkimuksellisiin ratkaisuihin, joita olen tehnyt matkan varrella. (Vrt. McKenney & Reeves 2014; 2012; Pernaa 2012).

Monimenetelmäisyys tässä tutkimuksessa toteutuu siten, että tutkimuksessani olen hyödyntänyt triangulaatiota yhdistämällä erilaisia menetelmiä, aineistoja ja teorioita, jotta kokonaisvaltaisemman kuvan saaminen on ollut mahdollista ja sen myötä tutkimuksen luotettavuus on parantunut. Esimerkiksi menetelmien välinen triangulaatio toteutui, kun analysoin erilaisia tutkimusaineistoja, kuten kyselyjä, havainnointeja ja päiväkirjoja kolmannessa aallossa (luku 6). Menetelmän sisäinen ja samanaikainen triangulaatio puolestaan toteutui tutkimusasetelmassani esimerkiksi ensimmäisen aallon kyselyssä (luku 4) ja

sen analysoinnissa. Ensisijaisena analysointitapana oli laadullinen sisällönanalyysi, jota täydensin laskemalla määrällisesti sisällöllisiä luokkia. Johnsonin ja Onwuegbuzien (2004) mukaan triangulaation avulla yleistettävyydenkin parane; sen käyttäminen tutkimuksessa vie kuitenkin enemmän resursseja verrattuna tavanomaiseen tutkimuksen tekoon. Tämä aika- ja voimaresurssien suuri määrä korostui myös tässä tutkimuksessa tutkimuksen pitkäkestoisuutena.

Tässä tutkimuksessa kehittämistutkimuksen luotettavuutta tarkastelen prosessivaliditeetin, käytännöllisen validiteetin ja yleistettävyyden näkökulmasta (mm. Kiviniemi 2015) taulukon 34 mukaisesti.

TAULUKKO 34 Design-tutkimuksen luotettavuuden tarkastelu (Kiviniemi 2015, 234 mukailen)

Kriteerit	Näkökulmat
Prosessivaliditeetti	Syklisen tutkimusprosessin hallinta ja johdonmukaisuus Osallisten kanssa tehtävän yhteistyön arviointi
Käytännöllinen validiteetti	Intervention ja toimintamallin relevanttisuus Tarkoituksenmukaisuus Käytännöllinen vaikuttavuus
Yleistettävyyys	Analyttinen yleistettävyyys Siirrettävyyys

*Prosessivaliditeettia* omassa työssäni pidän näistä kolmesta kriteeristä vahvimpana. Yleisemminkin luotettavuutta on perusteltua tarkastella monivaiheisen kehittämisprosessin hallinnan kannalta, koska kehittämistutkimuksessa lähtökohtana on kehitellä käytäntöjä palvelevia toimintamalleja ja suunnitteluperiaatteita vaiheittain (Anderson & Schattuck 2012). Kehittämisprosessi toteutettiin seitsemässä eri mesosyklissä. Niihin jokaiseen kuului jatkuva testaaminen, arviointi ja kehittäminen, sekä niiden systemaattinen dokumentointi (vrt. Kiviniemi 2015; Nieveen & Folmer 2013). Samoin raportoin myös sitä, kuinka tuote kehkeytyi iteratiivisesti sykleittäin (vrt. Plomp 2010, 20–21) ja miten kehittämistutkimukselle tyypillisesti kehittämisprosessi muutti muotoaan (vrt. esim. Wang & Hannafin 2005; Collins ym. 2004). Kehitetyssä koulutusmallissa esimerkiksi tutkimuksellisuus ja oppijanlähtöisyys olivat suunnittelussa mukana alusta lähtien, mutta oppilaiden mukaanotto koulutukseen pienryhmätyöskentelyyn sekä opettajan ja oppijan roolin selkiintyminen tutkimuksellisessa opiskelussa jäsenyivät prosessin kuluessa. Kehittämisprosessin hallintaan liittyy myös se, että jaettu asiantuntijuus ja osallisten erilainen osaaminen hyödynnetään työskentelyn perustana (Kiviniemi 2015; Nieveen & Folmer 2013; Nieveen ym. 2006; Design-Based Research Collective 2003; Collins 1992). Tässä tutkimuksessa esimerkiksi opettajia ja opettajaopiskelijoita opittiin tietoisemmin osallistamaan myös toimintamallin kehittämiseen varsinaisten koulutuksen suunnittelijoiden ja kouluttajien ohella kehittämisprosessin edetessä.

*Käytännöllisen validiteetin* näkökulmasta tarkastelun kohteena on se, onko kehittämistutkimuksen alustava ja koko ajan täydentyvä suunnitelma käytän-

nön näkökulmasta relevantti, ja kuinka hyödylliseksi suunnitelma ja kehittyvä koulutusmalli arvioidaan opetuskäytäntöjen kehittämisen näkökulmasta (Kiviniemi 2015; Nieveen & Folmer 2013). Kehittämistutkimuksessani toiminta tähtäsi pragmaattiseen tuotteeseen eli tutkimuksellisuutta korostavaan, osallistavaan kemian täydennyskoulutus- ja FyKe-kurssimallin kehittämiseen. Tässä tutkimuksessa tämänkaltaisen praktinen näkökulma huomioitiin tekemällä kehittämistutkimukselle tyypillisesti (Edelson 2006; Plomp 2013) kussakin syklissä ongelma-analyysi, minkä pohjalta sitten tehtiin kehittämistyötä. Toisaalta kerättiin myös palautetietoa asetettujen tavoitteiden toteutumisesta. Juuri tämä kehittämistutkimuksen käytännöllisyys Edelsonin (2006; 2002) mukaan antaa sille yleistettävyyttä ja selitysvoimaa. Barab ja Squire (2004) puolestaan korostavat, että luotettava kehittämistutkimus ensisijaisesti tuottaakin toimivia ratkaisuja paikallisella tasolla ja vasta sen jälkeen ne voidaan siirtää laajempaan käyttöön. Kehittämisprosessin aikana minä tutkijana samoin kuin muutkin kehittäjät ja sidosryhmät saatoimme syventyä tutkimuksen prosesseihin, tarpeisiin ja kontekstiin. Siinä samalla kehittyi myös oma osaaminen kokonaisvaltaisesti. Kehittämistuotokset ovat toimivia ja pragmaattisesti hyödyllisiä, sillä ne on kehitetty tiettyyn tarpeeseen autenttisissa olosuhteissa. (Vrt. Tuomi & Sarajärvi 2011, 134–136; Juuti & Lavonen 2006; Edelson 2006; 2002.)

*Yleistettävyyys* kehittämistutkimuksessa nostaa esille kysymyksen, miten hyvin yksittäiseen kontekstiin liittyvän kehittämistutkimuksen tuloksia on mahdollista yleistää muissa yhteyksissä (Kiviniemi 2015; McKenney & Reeves 2014; Plomp 2013; Edelson 2006). Collinsin (1992) ja Brownin (1992) näkemyksiin kuului suunnitteluperiaatteiden kehittäminen ja testaaminen useissa erilaisissa konteksteissa, millä he varmensivat kehitettyjen suunnitteluperiaatteiden ja toimintamallien toimivuutta. Tässä tutkimuksessa koulutusmallia on kehitetty niin luokanopettajakoulutuksessa kuin opettajien täydennyskoulutuksessaakin useiden eri ryhmien toimiessa koulutettavina. Kehitetty koulutusmalli on kuitenkin luonteeltaan suuntaa-antava, joten sen mahdollisten soveltajien tulee arvioida mallia suhteessa omiin konteksteihinsä (Kiviniemi 2015; Plomp 2013; Reeves 2006). Tältä osin sitoudun ns. siirrettävyyden (transferability) käsitteeseen (Lincoln & Guba 1985, 296-298), ja siihen liittyvän periaatteen mukaisesti olen pyrkinyt esittämään riittävän tarkan kuvauksen kehitystyön kontekstista ja periaatteista.

Tiedon tuottaminen oli toiminnan ja tutkimuksen kautta tuotettua yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa, joka perustui teoriaan, on sidoksissa kehittämissuunnitelmaan, sen aikana tapahtuneisiin vuorovaikutuksiin ja saavutettuihin tuotoksiin (vrt. Juuti & Lavonen 2013, 48–49). Tutkimuksen pilottivaiheessa eli ensimmäisessä aallossa toteutettu tutkimus (luku 4) kokonaisuudessaan sekä toisen aallon luvuissa 5.1 ja 5.2 sekä kolmannen aallon luvussa 6.1 raportoidut syklit toimivat pääosin suuntaa-antavina tutkimuksina, joiden avulla viimeistelin varsinaisia tutkimuskysymyksiä sekä sain ajattelua ja toimintaa ohjaavaa teoriaa tuotosten eli koulutusten järjestämisestä ja kehittämisestä varten. Loput syklit (luvut 5.3 ja 6.2) tuottivat tietoa lopullisista kehittämissuunnitelmista eli täydennyskoulutusmallista ja FyKe-kurssimallista. (Vrt. esim. Perna 2013, 20;

DiSessa & Cobb 2004; Design-Based Research Collective 2003; Edelson 2002). Tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi olen pyrkinyt dokumentoimaan ja raportoimaan kehittämistutkimukseni kaikki seitsemän sykliä ja niissä tehdyt testaamiset ja kehittämisen luotettavasti, rehellisesti ja tarkasti (Design-Based Research Collective 2003; Bell ym. 2004; Edelson 2006; 2002).

Yksi osa tutkimuksen luotettavuutta on myös tutkimusetiikka. Tutkimuksen uskottavuus ja tutkijan tekemät eettiset ratkaisut kulkevat käsi kädessä (Tuomi & Sarajarvi 2011, 129). Tutkijan rehellisyyden lisäksi tutkijan kärsivällisyys, metodien tunteminen ja motivoituneisuus tutkimuksen tekemiseen ovat tutkijan etiikan ydintä. Tiedostan, että toiminta tutkijana ja kouluttajana on ihmissuhdemoraaliin ja toisten huomioimisen etiikkaan pohjautuvaa moraalista toimintaa. Tutkijana olen tiiviissä suhteessa tutkittavien kanssa ja tutkijan eettisyys ilmenee käytännön toiminnassa ihmissuhteissa. Ymmärrän tutkimus- ja tutkijanetiikan päätöksentekoa tukevaksi taidoksi (Clarkeburn & Mustajoki 2007, 10) ja kokonaisvaltaisesti tutkittavien edun huomioivaksi ajattelutavaksi. Tutkimukseni kohteena oleva ilmiö, jota pyrin kuvaamaan ja tulkitsemaan, edellytti minulta tutkijana herkkyyttä ja tutkimuseettisyyttä. Pyrin toimimaan Kuulan (2006) ohjeen mukaisesti ja tuomaan eettisyyden näkyviin tutkimusprosessin eri vaiheissa. Lisäksi olen pyrkinyt huomioimaan ihmistieteisiin luettavaa tutkimusta koskevat eettiset periaatteet tutkittavan itsemääräämisoikeuden kunnioittamisesta, vahingoittamisen välttämisestä sekä yksityisyydestä ja tietosuojasta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2009, 4–11). Järjestettyjen koulutusten aluksi olen informoinut koulutettavia siitä, että kerättävää aineistoa tullaan käyttämään koulutusten tutkimiseen ja kehittämiseen. Tutkittavien anonymiteettien säilymiseksi raportin aineistolainauksissa olen käyttänyt tutkittavista koodimerkintöjä. Olen häivyttänyt myös tutkimuksessa esiin tulevia muita henkilöihin liittyviä tunnistetietoja.

Lopuksi voin todeta, että toimintaani ja valintojani ovat ohjanneet tutkimusmetodologiani eettiset ohjeet ja luotettavuusohjeistus sekä hyvän tieteellisen käytännön mukaiset kriteerit. Jälkimmäiseen katson kuuluvan muun muassa tiedeyhteisön toimintatapojen noudattamisen, yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden sekä tutkimustyössä että tulosten raportoinnissa, muiden tutkijoiden työn asianmukaisen huomioon ottamisen sekä tieteen avoimuuden ja kontrolloitavuuden periaatteiden kunnioittamisen (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2002).

## 7.5 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimuskohteet

Kehittämistutkimuksen tuloksena syntynyt koulutusmalli (kuvio 19) kehittyi suuntaan, jossa tutkimuksellisuuden käyttöönottoa kemian opiskelussa on kehitetty yhteisöllisesti käytännössä. Koulutettavat luokanopettajat ja opettaja-opiskelijat ovat aktiivisia toiminnan osallisia autenttisisessa oppimisympäristössä. Tutkimuksellisuus on osa käytännön opiskelutilannetta, missä opettajankoulutuskontekstissa myös oppilaat ovat mukana osa-aikaisesti aktiivisina toimijoina



opettajien ja opettajaopiskelijoiden kanssa. Toiminnan keskiössä on tutkimuksellisuus ja sen harjoittelu, ja opettajan ja oppijan roolit sekä oppijakeskeiset työtavat ja tutkittavien tehtävien moninaisuus (avoin–ohjeistettu–suljettu tehtävä) konkretisoituvat. Koulutuksessa opettaja joutuu miettimään omaa rooliaan opettajana ja ohjaajana suhteessa oppilaiden ohjaukseen. Keskeistä on myös koulutettavien itsereflektointi, mutta toisaalta myös yhteisöllisyys ja yhteiset pohdinnat korostuvat. Näin järjestetyssä koulutuksessa aineenhallintataitojen hankinta sitoutuu luontevasti osaksi käytännön toimintaa, kun oppijoiden elämysympäristöön ja arkeen kytketyt tutkittavat ilmiöt ja opiskeltavat käsitteet sekä havaintojen tekeminen liitetään osaksi tutkimusten ja laborointien tekoa.

Tällä hetkellä suomalainen luokanopettajakoulutus on laadukasta, mutta koulutuksen kehittämisen tarvetta se ei poista. Muutos on jatkuvaa. Kun tavoitteena on tulevaisuuden opettaja, joka pystyy opettamaan oppimisen taitoja ja yhteisöllisiä ongelmanratkaisutaitoja ja valmiuksia soveltaa ja käyttää opittua käytännössä, ovat tutkimuksellisuus ja yhteisöllinen tiedonrakentaminen osallistavia ja innostavia työskentelymenetelmiä. Niiden käyttöönoton osaksi opettajankoulutusta näen tärkeäksi, ja se tarvitsee lisää tutkimusta.

Elinikäinen oppiminen sekä itsensä jatkuvan kehittämisen ja kouluttamisen tärkeys tulee tuoda esille opettajankoulutuksessa. Koulutuksen tulee osallistaa ja haastaa, jotta se antaa innostusta tulevaan työhön. Myös vuonna 2016 voimaan tulevat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet edellyttävät muutoksia opettajakoulutukseen: Kouluilta vaaditaan laaja-alaista, oppiainerajat ylittävää ilmiökeskeistä opetusta sekä yhdessä oppimisen ja vuorovaikutustaitojen harjoittelemista. Tulevaisuuden koulu tarvitsee selkeän, laajan pedagogisen pohjan, joka pitää sisällään ymmärryksen oppimisesta ja oppijoista laaja-alaisesti, sillä oppiminen ei ole suoraviivaista. Tutkimusta tarvitaan, millaisin pedagogisin menetelmin voidaan niin opettajaopiskelijoita kuin myös luokanopettajia tukea omaksumaan tulevaisuuden opetustaitoja.

Muutoksen hallintaan ei pysty yksittäinen opettaja, vaan siihen tarvitaan koko koulu. Täydennyskoulutus Suomessa tällä hetkellä tarvitsee uudistumista. Osallistava koulutus sitouttaa; pelkkä luennointi ei kanna kauas. On tärkeää, että koko koululla on sama suunta. Jotta tulevaisuudessa tutkimuksellisuus on tärkeä osa opetusta alakoulusta lähtien, tarvitaan selkeästi osallistavaa opettajankoulutusta.

## SUMMARY

**Rukajärvi-Saarela, Maija. 2015. Inquiry-based approach to inspire chemistry education in primary schools. A design research study to develop participatory pre- and in-service teacher education.**

### Introduction

In the 21st century, many industrialised countries including Finland struggle to overcome the falling interest in science and engineering study. Yet, people have to interact with technology in any line of work today. Research indicates that already at the primary level it is important to engage children with science. Thus primary-level science education has to be exciting and fascinating to arouse children's curiosity in the surrounding world, and children should get a good grounding in science and develop related inquiry skills such as the ability to question and to be critical about the world. If this is not so, it is really difficult to educate them to become technologically literate. In Finland, class teachers take care of all teaching, including science instruction, at the primary level. They need not be trained scientists, but comfortable with and knowledgeable about what they teach. They need to have the knowledge and experience of adequate methods of learning, and they must have adequate learning environments and ways of inspiring children to learn. That means having a good professional pre- and in-service teacher education system in place.

The main objective of this study was to inspire chemistry education in primary schools by developing pre- and in-service class teacher education. The goal was achieved by studying and developing methods to instruct chemistry by using the inquiry-based approach and by improving the learning environment and materials. These aims were only to be achieved by teamwork. In addition to the researcher, the other teacher trainers, the class teachers and the class teacher candidates who took part in the study, belonged to the team. The training took place in an authentic pre- and in-service teacher education learning environment where the pupils were also involved part of the time.

In chemistry, an empirical science as it is, it is typical to perform experiments and conduct inquiry, so the inquiry-based approach should be an essential part of the chemistry learning process. At the primary level, class teachers take care of the instruction in chemistry like in all other subjects. The role of the teachers in the classroom is diverse but very important. They impact children's attitudes and motivation towards chemistry, they tutor learning and are experts in content knowledge, and instruct how to pipette, for example. In those early years, the focus needs to be on curiosity and immersion in what science is. Research indicates that most class teachers think that it is challenging to teach chemistry. They have a need for continual professional development. It has been established that attitudes and skills formed in early childhood seem to define the pupil's opportunities to manage their own learning later on (e.g. Kupari et al. 2012, 58).

According to motivation research, a positive impact on student motivation has been attained by inquiry-based, student-centred science instruction (e.g. Minner et al. 2010). In addition to motivation, students' scientific thinking and deliberative ability such as understanding of the nature of science and its phenomena can be enhanced by the inquiry-based approach in science instruction (Lavonen & Laaksonen 2009). In-

quiry-based learning encourages students to use their research skills, to construct their higher order thinking and to acquire scientific knowledge (Alake-Tuenter et al. 2012). On the other hand, appropriate conceptions, supportive environments and learner-centred methods are a prerequisite for sustaining prospective teachers' inquiry-based practices (Leonard et al. 2009).

Internationally, subject knowledge in science seems to be increasingly emphasized in in-service teacher education. Another goal is to move from teacher-centred and top-down controlled instruction towards learner-centred learning (Whitenack & Swanson 2013; Zeichner 2010; Darlin-Hammond 2006). Finnish teachers master subject knowledge well after their pre-service teacher education, so in-service teacher education should be more research- and practice-based and include updating of methods for the needs of the working life. According to Helin's research study (2014) the concept of schools as learning communities with partnerships and engagement could be the basis of in-service teacher education in the future.

Reflection in teacher professional development is important. It is especially necessary for the lifelong learning and development process (Wilson 2008). Ferreira et al. (2007) state that reflection is essential for professional development, because committing to develop oneself is dependent on reflection.

Competent teachers help their students become motivated and develop a positive attitude towards natural science. They help the students work efficiently and achieve good results in their study (Schreiner & Sjöberg 2004). Inquiry-based learning enables wonder and curiosity in the classroom, which has been found to nurture the development of higher-order thinking (e.g. Lavonen et al. s.a.; Collins et al. 2001). Also, the European Union recommends the inquiry-based teaching method for science (Rocard et al. 2007).

The research and development of chemistry teaching and learning are highly topical themes also in Finland. In order to have motivated and eager chemistry experts also in the future, it is important that pupils could start chemistry learning guided by motivated and skilled class teachers. Therefore it is important to organize pre- and in-service teacher education in chemistry that stirs the curiosity and enthusiasm of teacher candidates and teachers, making them eager to implement what they learned together with their own pupils at school. It has been found that it is demanding to rouse and maintain children's and young people's interest and motivate them to regard natural science and engineering an interesting and attractive field. Thus we need class teachers who have knowledge and experience but above all courage and enthusiasm to implement science teaching using the inquiry-based approach and adopting authentic themes from the life-world of children.

## **Purpose of the study and the research questions**

The main objective of this design research study was quite pragmatic: to develop pre- and in-service teacher education to inspire chemistry education in the primary level utilising the inquiry-based approach in teaching and learning. In practice, the purpose was to develop: 1) in two waves, an in-service training model in chemistry for class teachers based on the research findings available in this area, class teachers' needs, and the Finnish national framework curriculum for comprehensive schools (Opetushallitus 2004), and, 2) in the third wave, a training model for pre-service class teacher education in chemistry and physics, on the basis of the in-service education model in chemistry for

class teachers developed in the two first waves. The training models developed in this research project were meant to produce usable tools for class teachers to help them carry out chemistry teaching by adopting the experimental and inquiry-based approach.

As it is characteristic of design research, the data collection and analysis of the study utilised the mixed method approach, yet with an emphasis on qualitative research strategy. The aim was to investigate the development of education holistically. This research report 1) describes the development process of the pre- and in-service teacher training models in three waves, and the training events as a whole, 2) accounts for the teachers' and teacher trainers' conceptions of and attitudes towards the experimental and inquiry-based approach in learning and teaching, and 3) develops theory and models for pre- and in-service teacher education in chemistry for class teachers.

#### **The main questions of the study:**

The three core areas of design research are included in the research, i.e. the design procedure, problem analysis, and the design solution (Edelson 2006; 2002). Following these, three main research questions were set:

- 1) Design procedure: What opportunities and challenges does the communal action present to the development of pre- and in-service class teacher education?
- 2) Problem analysis: What new opportunities and challenges does the participatory teacher education model bring about to inquiry-based chemistry education at the primary level of the comprehensive school?
- 3) Design solution: What are the qualities of pre- and in-service teacher education that support inquiry-based chemistry education at the primary level of the comprehensive school?

The main research questions were answered by analysing the survey and observational data; the process diaries, and the education model processes acquired in the three waves of the design research study that included seven mesocycles in all, as well as by developing the training models for pre- and in-service teacher education. In addition to the researcher and four trainers, a total of 168 comprehensive school teachers and class teacher candidates took part in the study. Methods of qualitative content analysis were mainly used to analyse the data, but quantitative procedures were also included.

## **Results of the study**

In the design research study, the whole phenomenon, in this case, the experimental and inquiry-based approach in chemistry education, is examined holistically (e.g. Edelson 2002). As described above, the study took place in three waves of design research. The practical goal was to produce a motivational and participatory education model that can be introduced/ adopted in pre- and in-service class teacher education in chemistry with/using the experimental and inquiry-based approach. As it is characteristic of design research, the study was systematic and iterative in and between the waves. The results and insights gained were incorporated as a part of the research development. The three core areas of design research were included in the investigation, i.e. the design procedure, problem analysis, and the design solution.

**The first core area of the research study deals with the design procedure.** The aim was to find suitable teacher education models in chemistry by investigating the communal action of the participants involved in the development work. The design re-

search study was carried out in the context of the pre- and in-service teacher training courses [that were] implemented in three waves. The researcher was the coordinator, and the other developers with their tasks in the three waves were the following:

In the first wave, the researcher and one class teacher worked with the joint responsibility of designing, developing and putting into action the training. In this way, shared expert knowledge and cooperation were utilized for development (e.g. Kiviniemi 2015; Design- Based Research Collective 2003; Collins 1992). The teacher groups participating in the education programme were active in developing themselves by working and reflecting together actively during the training, and afterwards they assessed the training model by answering the survey.

In the second wave, the principal responsibility for development and implementation was again shared by the design and training group. The members of the design group were the researcher, one class teacher and one chemistry teacher. The class teacher groups participated in the training by working and reflecting together actively during the training. Before the training they had answered the survey dealing with their own needs in teaching chemistry by the inquiry-based approach. Afterwards they assessed the training model by answering the survey.

In the third wave, the researcher coordinated the main action, and the principal responsibility of development and implementation was shared by the same design and training group as in the first wave. The class teacher trainee groups participated actively in the development work firstly by answering the need analysis survey; during the training they worked actively together in small groups with pupils and composed a reflective process diary throughout the programme. The most significant benefit of the diaries was that they allowed the trainers to listen to the participants concurrently and bring out the voices of the participants in shared reflective meetings. At the end of the trainings, the trainee groups assessed the training model by answering the survey.

When examining the opportunities and challenges which communal action presents to the development of pre- and in-service class teacher education, the importance of shared expert knowledge and communal action is definitely highlighted. During the research process, not only was the role of developers and trainers strengthened for the developmental action but also the role of trainees became more prominent. In the first wave, the teachers only assessed the training model as trainees. In the second wave, the class teachers answered the survey in addition to assessing the training model. The survey dealt with their needs in teaching chemistry by the inquiry-based approach, and it provided valuable information for the design and development process. In the third wave, in addition to the data gathering mentioned above, the class teacher trainees composed reflective diaries, which allowed the trainers to listen to the participants concurrently. This procedure brought out the voices of the participants in shared reflective meetings, and thus actively engaged them in communal problem solving and learning. This kind of communal action increased the prospects of success because it engaged trainees although it challenged the developer group to react in real time. According to Perna (2011), communal action facilitates innovation diffusion because it engages the trainees to become a part of the developing process and community, which again helps them later to put the lessons learnt into practice. However, it has to be remembered that the transferability and the accessibility of the goals in design research will primarily be fulfilled locally (e.g. Barab & Squire 2004).

**The second core area of the research study deals with the problem analysis.** The aim of this question was to explore the opportunities and challenges the participa-

tory teacher education model brings about to inquiry-based chemistry education at the primary level of the comprehensive school.

Chemistry education at the primary level by the experimental and inquiry-based approach enables activating and learner-centred methods in teaching and learning. (e.g. Whitenack & Swanson 2013; Zeichner 2010; Darlin-Hammond 2006). According to the results gained in all the three waves of the study, this view was shared by the research participants. For example, in the first wave, the inquiry-based approach inspired the teachers to reflect on their own pedagogy of teaching chemistry and to think especially about the challenges of motivating their own pupils to become keen on the inquiry of chemical phenomena and experimenting.

After their own motivation to change the teaching methods was aroused, the teachers reported that it was important for them to inform and involve their colleagues to cooperate in their schools. According to Helin (2014) and Wilson (2008), the implementation of things in the school is facilitated by communality including the principles of cooperation, working community and engagement, which again pave the way for innovation diffusion. In the third cycle of the second wave, the participants of the in-service education were selected so that they each had a partner from the same school, allowing them to reflect on the issues also between the training sessions from the perspective of their own schools. On the other hand, the class teacher trainees in the third wave highlighted the utilization of communality, and through this, the forming of the collegial networks during the training which could later be used in the profession.

The inquiry-based approach in study requires another kind of relation between the teacher and the pupil than the traditional teaching methods. Higher order organization and design, for example, are needed by the teacher as well the pupils (e.g. Barnett & Hodson 2001). In the first cycle of the second wave, the research focussed on the role of the teacher. It was found that already when designing their instruction, the teachers also had to pay a lot of attention on issues other than subject knowledge. When being trained in the authentic laboratory environment, the teachers realised how they had to pay attention to and create an adequate learning environment in the school. The inspiring learning environment was found to support pupils' motivation to study science (e.g. Fitzgerald 2012; Tytler et al. 2008, viii; Havu-Nuutinen et al. 2005; Aho et al. 2003).

Especially in the third cycle of the second wave, the class teachers, together with the researcher and the trainers, discussed the creation of a learning environment to inspire the pupils to inquiry-based learning. On the basis of these discussions, the content of the PhyChem equipment box was developed. Discussions took also place on finding and developing the proper inquiry tasks and on safeguarding the variety of topics and instructional openness, as well as on the acquisition of materials and equipment needed. It was found important to link the inquiry with the pupils' life world, in one way or another, to make the inquiry meaningful to them.

According to the results in the second and third waves, the instruction of inquiry-based learning requires a lot of patience and a proper way to probe questions instead of giving the right answers. It is also the teachers' duty to explain unclear concepts and phenomena. The teachers create a safe and approving social climate; they support, advise, encourage and make sure that the hypotheses of the pupils are heard. In the last resort, it is the teachers who make sure that practice and theory meet. The teachers have to have time to reflect on the experiments and inquiry with the pupils. It is the teachers' duty to make conclusions, to connect the issues to the everyday life [of the students] and the previously learned things, and to definite the concepts used under study. Otherwise inquiry and experiments can only be seen as dabbling and play.

In the second cycle of the second wave, the pupil's role in inquiry-based learning was examined in particular. According to the results, the activity and construction of common knowledge became emphasized in the pupil's role. Parallel results have been found by several other researchers (e.g. Ash 2000a; Ash 2000b; Rankin 2000a; Rankin 2000b; Bruner & Kenney 1966). Pupils cannot become mature for study without instruction. Instead, they have to be supported and instructed under the guidance of a teacher in a safe community, to learn to assume responsibility for their own learning and construction of knowledge.

**The third core area of the research study deals with the design solution.** Involved in their training, the teachers and class teacher candidates were actively participating in chemistry education, and their curiosity and motivation were supported by learner-centred methods and communal inquiry. Instead of lectures, inquiry, experimenting and problem-solving in small tutorial groups were prioritised. The participants found the inquiry-based approach of learning to be active and physical work, thinking and reasoning. Parallel results can be found for example in the research reports by Abrahams & Reiss (2012); Dietz & Davis (2009); Howes et al. (2009); Akerson & Hanuscin (2007); Nakhleh et al. (2002), and Millar et al. (2002).

According to Leonard et al. (2009), the positive imagination of inquiry-based science education, learner-centred methods, and a supporting, approving climate in teacher education helped the teachers to implement the inquiry-based approach in their own teaching. This research study highlighted the importance of learner-centred methods, active engagement in communal problem-solving and learning; encouragement by the trainers, and the communal support. These elements of the inquiry-based and experimental learning context were found significant and motivating by the teachers.

There was more than one trainer in every training session at the same time. This introduced an authentic learning environment for the inquiry-based approach because of a lot communal reasoning and cooperating between the trainers, and the teachers could easily gain help when needed. While observing the teacher trainers working, the trainees/teachers had noticed that teachers really are living examples; if they are cooperating, approving, encouraging, supportive and really keen on their work, the group will follow them eagerly and without any fear to fail. Thus the teacher trainers' motivation and hands-on experience with the experimental and inquiry-based approach in teaching, a positive and approving social climate, and reflecting guidance were found to be significant by the trainees. Schreiner and Sjöberg (2004) also emphasised in their research report that the students' positive attitude towards science depends on the teachers' way to teach and instruct. Because teachers are experts in chemistry education, they have a key role also for the progress of inquiry-based and experimental teaching innovation diffusion as reported by Perna (2011), too.

The training was organized in an authentic chemistry laboratory (the first and the third wave) or in a chemistry classroom (the second wave), based on previous research (e.g. Fitzgerald 2012; Tytler et al. 2008, viii; Havu-Nuutinen et al. 2005; Aho et al. 2003; Aksela & Juvonen 1999, 15, 19-21). During the training the teachers became acquainted with equipment and materials in chemistry which inspired them to discuss and ponder on how the stimulating learning environment of chemistry education in primary schools could look like. And as was described above, on the basis of these discussions, the content of the PhyChem equipment box was developed. The boxes have been used in some schools with success.

The phenomena to be inquired, the concepts to be learned and the observations to be done were connected to the learners' environment and everyday life. In the first and

second waves, the teachers experienced the in-service training program to be significant. The experiments and laboratory work was found diverse as well as the themes and openness of the problems. The thematic entities were connected to the everyday life and had a practical orientation (cp. Kärnä et al. 2012; Aksela 2009; Kauppila 2007; Aksela 2005; Opetushallitus 2004; Puolimatka 2002: 41–44; Hakkarainen et al. 1999: 11–13; Domin 1999). As shown by this study, the materials and methods used were found to be well chosen and developed. The teacher candidates in the third wave realised that the pupils' curiosity and interest were aroused to wonder about the phenomena through active inquiry and learning by connecting the teaching to pupils' life environment and by taking the phenomena to be inquired from the children's everyday life.

The development of teachers' subject knowledge is an important goal in pre- and in-service teacher education (e.g. Lucero et al. 2013; Whitenack & Swanson 2013; Lee 2011; Zeichner 2010; Tytler et al. 2008; Darlin-Hammond 2006; Luera & Otto 2005). Also in this study, the class teachers involved in in-service education were worried about the lack of their chemistry knowledge so it was added there by emphasizing the learning of concepts and phenomena as part of practical inquiry. For the class teacher candidates in the third wave, subject knowledge learning was determined to be part of their homework and the concepts and phenomena to be learned were introduced, as is typical of inquiry-based learning, to the hands-on research and laboratory work (cp. flipped learning). After the training the participants still found their subject knowledge a challenge for chemistry education but not impossible anymore because the teacher trainees, for example, had experienced that the content of primary school chemistry was reasonable and possible to connect to everyday life. They had found the way of learning the concepts and phenomena (first as homework and then hands-on working) to be practical, and they thought the content of the course was diverse and extensive.

The inquiry-based and experimental education organized in all three waves clearly motivated learners and challenged them to think and ponder over chemistry phenomena and things individually as well communally. Especially working in tutorial groups had encouraged pupils as well teacher trainees to experiment with and wonder aloud about the things they experienced and to draw conclusions. Teachers' own beliefs, habits and praxis were tried and tested by the collaboration and learning by working in tutorial groups with different tasks because of challenges, independent initiative, and changes in working roles and tasks. Professional development took place because the teachers worked in tutorial groups and reflected on the foundations of their own beliefs and praxis (cp. Falk & Drayton 2009).

In the third wave, it was found that the function of the process diary writing had to be first clarified in group discussions by determining the four guiding concepts for the teacher candidates' professional development by reflection (cp. Wilson 2008; Ferreira et al. 2007). The teacher candidates could observe these four concepts in their diaries during the course of the training and use them for reflection at will. According to the study, the group discussions clarified the function of the process diary writing and helped the learners find out how to contemplate their own learning and development in writing. As a whole the diaries were found to clarify and organise the things and their own thoughts and learning.

The results indicated that the inquiry-based and experimental approach in teaching and learning were known by teachers and teacher candidates but not used in praxis. They were offered an opportunity to practice the inquiry-based and experimental approach in tutorial groups (two teachers and two pupils) guided by the trainers. In these groups the teachers and teacher candidates found it to be challenging to instruct pupils



especially in open-ended tasks. Therefore open-ended tasks were added into the program in the second and third cycles of the second wave. This participatory training was found to be an inspirational and safe way to provide education to practise the inquiry-based approach and its guidance.

The teachers gained significant experiences and valuable information on implementing inquiry-based study and on the roles of the teacher and learner in inquiry-based study. As Sandholtz (2002) concluded in his research studies, professional development would be constructional and communal work; development takes place when learning together.

## Conclusions

The main objective of this study was to develop pre- and in-service teacher education to inspire chemistry education in the primary level using the inquiry-based approach. This design research study was conducted in three waves. The study was driven by a theoretical framework that incorporated chemistry as a science; experimental and inquiry-based study and instruction of chemistry, as well as a participatory approach in teacher education. The results are summarised in Figure 1.

As the main result of this study, an in-service education model in chemistry was developed for class teachers as well as a training model for class teacher education in physics and chemistry. These training models introduced a learning environment where the pupils were also involved part time. This kind of participatory training was found to be an inspirational and safe way to practise the inquiry-based approach in studying and its guidance.

The reflective process diaries and their concurrent use as a basis for shared reflective moments as well as the communal spirit enhanced the participants' motivation and supported their higher-order cognitive processes. The teachers gained significant experiences and valuable information on implementing inquiry-based study and on the roles of the teacher and learner in inquiry-based study.

The results also indicated that experiences of personal learning and guidance with related reflections gained in the training programme, encouragement by the trainers, and communal support were found significant by the teachers. The teachers reported that these helped them implement the inquiry-based approach in their own teaching.

As an additional research outcome, this study generated a description of how an adequate learning environment with premises and equipment that supports the inquiry-based approach should be created in schools. Creating a positive and approving social climate should also be observed.

The importance of this study lies on how the inquiry-based approach was communally implemented by the researcher, trainers, and the teachers and teacher candidates involved in education. The inquiry-based approach was brought to be a part of the learning context, and the training models introduced an authentic learning environment where the pupils were also involved part time. The concept of inquiry gradually gelled. The roles of the teacher and the pupil, learner-centred methods, and the variety of the tasks (open-ended, instructed or closed) to be inquired were concretized.

Teacher education in Finland is of a high quality. Yet, its development and amendment are continuous. If the goal is a future teacher who can teach skills of learning and problem solving, readiness to apply and use what is learned in practice, the inquiry-based approach and the communal construction of the knowledge are participa-

tory and inspiring methods. More research is needed on the implementation of these methods in teacher education.

The principle of lifelong learning and the importance of developing and educating oneself should be highlighted in teacher education. It should engage and challenge teachers and teacher candidates to inspire and motivate them in their future jobs.

A wide-ranging and phenomenon-centred teaching approach as well as training of communal learning and interaction skills are required in schools. The school of the future needs a clear and broad pedagogical basis for understanding learning and learners widely because learning is not linear nor to be simplified. More research is needed on the pedagogical methods to be used to support teachers and teacher candidates so that they can acquire the teaching skills needed in the future.

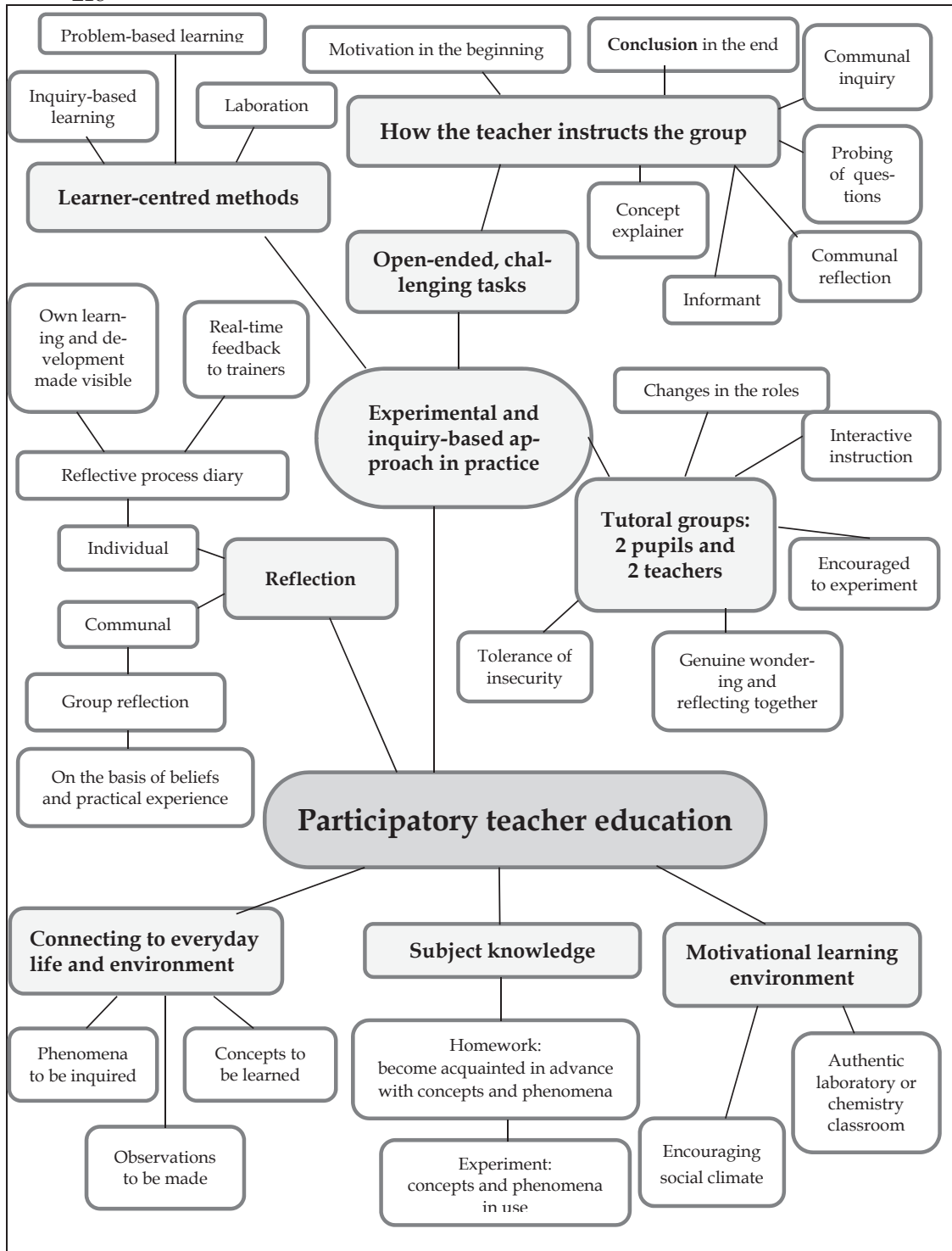


FIGURE 1 Participatory teacher education

## LÄHTEET

- Aho, L., Havu-Nuutinen, S. & Järvinen, H. 2003. Opetus, opiskelu ja oppiminen ympäristö- ja luonnontiedossa. Helsinki: WSOY.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. 2000. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education* 22 (7), 665–701.
- Abrahams, I. 2009. Does practical work really motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education* 31 (17), 2335–2353.
- Abrahams, I. & Millar, R. 2008. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education* 30 (14), 1945–1969.
- Abrahams, I. & Reiss, M. 2012. Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching* 49 (8), 1035–1055.
- Ahtee, M. 1990. Työtävät ja luonnontieteiden opetus. Teoksessa P. Sahlberg (toim.) *Luonnontieteiden opetuksen työtäpoja*. FINISTEN Opetuksen työtävät -sarja. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 25–29.
- Ahtee, M. & Sahlberg, P. 1990. Ajattelun kehittäminen. Teoksessa P. Sahlberg (toim.) *Luonnontieteiden opetuksen työtäpoja*. FINISTEN Opetuksen työtävät -sarja. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 39–45.
- Akerson, V.L. & Hanuscin, D.L. 2007. Teaching the nature of science through inquiry. Results of a three-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching* 44 (5), 653–680.
- Aksela, M. 2009. Matematiikan ja luonnontieteiden oppimista ja ajattelun taitoa tutkimassa. Raportissa K. Merenluoto & T.-R. Hurme (toim.) *Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n tutkimuspäiviltä 28.9.–29.9.2007*. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja. B. Turku: Turun opettajankoulutuslaitos, 9–27.
- Aksela, M. 2005. Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach. Helsinki: Yliopistopaino. Saatavissa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/kemia/vk/aksela/>. Luettu 21.3.2009.
- Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. Kemian opetus tänään. *Moniste* 27/1999. Helsinki: Opetushallitus.
- Aksela, M. & Karjalainen, V. 2008. Kemian opetus tänään. Nykytila ja haasteet Suomessa. Kemian opetuksen keskus. Julkaisuja 1. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- van den Akker, J. 1999. Principles and methods of development research. Teoksessa J. van den Akker, N. Nieveen, R. M. Branch, K. L. Gustafson & T. Plomp (toim.) *Design methodology and developmental research in education and training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1–14.

- Alake-Tuenter E., Biemans, H.J.A., Tobi H., Wals A.E.J., Oosterheert, I. & Mulder M. 2012. Inquiry-based science education competencies of primary school teachers: a literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education* 34 (17), 2609–2640.
- Alasuutari, P. 2001. *Laadullinen tutkimus*. 3. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.
- Anderson, T. & Shattuck, J. 2012. Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational researcher* 41 (1), 16–25.
- Aroluoma, I. 2001. "Tunnilla ei tympäse" LUMA-talkoot opetuskäytänteiden muuttajana 1996–1999. *Koulutuksen tutkimuslaitos*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Ash, D. 2000a. The process skills of inquiry [Monograph]. *Foundations* 2, 51-62. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 20.2.2010.
- Ash, D. 2000b. Setting the Stage for Inquiry [Monograph]. *Foundations* 2, 63-70. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> .Luettu 21.2.2010.
- Ash, D. & Kluger-Bell, B. 2000. Identifying Inquiry in the K-5 Classroom [Monograph]. *Foundations* 2, 79-86. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> .Luettu 10.03.2010.
- Baird, D. 2000. Analytical Instrumentation and Instrumental Objectivity. Teoksessa N. Bhushan & S. Rosenfeld (toim.) *Minds and Molecules*. New Philosophical Perspectives on Chemistry, Oxford: Oxford University Press, 90–113.
- Bannan-Ritland, B. 2003. The role of design in research: the integrative learning design framework. *Educational Researcher* 32 (1), 21–24.
- Barab, S. & Squire, K. 2004. Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences* 13 (1), 1–14.
- Barnett, J. & Hodson, D. 2001. Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know. *Science Education* 85 (4), 426–453.
- Beattie, M. 2000. Narratives of Professional Learning: Becoming a Teacher and Learning to Teach. *Journal of Educational Enquiry* 1 (2), 1–23
- Bell, R. L. 2004a. On the theoretical breadth of design - based research in education. *Educational Psychologist* 39 (4), 243–253.
- Bell, R. L. 2004b. Perusing Pandora's box. Teoksessa L. B. Flink & N. G. Lederman (toim.) *Scientific Inquiry and the Nature of Science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 427–446.
- Bell, P., Hoadley, C. M. & Linn, M. C. 2004. Design-based research in education. Teoksessa M. C. Linn, E. A. Davis & P. Bell (toim.) *Internet environments for science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 73–85.
- Bell, R., Smetana, L. & Binns, I. 2005. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher* 72 (7), 30–33.

- Bereiter, C. 2002. Design research for sustained innovation. *Cognitive studies, bulletin of the Japanese cognitive science society* 9 (3), 321–327.
- Bergman, M. M. 2010. Hermeneutic content analysis: Textual and audiovisual analyses within a mixed methods framework. Teoksessa A. Tashakkori & C. Teddlie (toim.) *Sage handbook of mixed methods in social & behavioural research*. (2. painos) Thousand Oaks, CA: Sage, 379–396.
- Biesta, G. J. J. & Burbules, N. C. 2003. *Pragmatism and educational research*. Lanham: Rowan & Littlefield.
- Bransford, J.D., Brown, A.L. & Cocking, R.R. (toim.) 2000. *How people learn. Brain, mind, experience and school*. (Expanded ed.) Washington: National Academy Press.
- Brookfield, S. D. 1986. *Understanding and facilitating adult learning: A comprehensive analysis of principles and effective practices*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Brookfield, S. D. 1998. Understanding and facilitating moral learning in adults. *Journal of Moral Education*, 27 (3), 283–300.
- Brown, A. 1992. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences* 11 (1), 105–121.
- Bruner, J. S. & Kenney, M. J. 1966. *Studies in cognitive growth*. New York: Wiley.
- Chao, I. T., Saj, T. & Hamilton, D. 2010. Using collaborative course development to achieve online course quality standards. *International Review of Research in Open and Distance Learning* 11(3), 106–126.
- Clark, C. 1992. Teachers as designers in self-directed professional development. Teoksessa A. Hargreaves & M. Fullan (toim.) *Understanding teacher development*. New York: Teacher College Press, 75–84.
- Clarkeburn, H. & Mustajoki, A. 2007. *Tutkijan arkipäivän etiikka*. Tampere: Vastapaino.
- Cobb, P. 2001. Supporting the improvement of learning and teaching in social and institutional context. Teoksessa S. M. Carver & D. Klahr (toim.) *Cognition and instruction. Twenty-five years of progress*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 455–478.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2007. *Research methods in education*. 6. painos. London: Routledge.
- Cole, R., Puro, S., Rossi, M. & Sein, M. 2005. Being proactive: Where action research meets design research. ICIS 2005 Proceedings. Paper 27. Saatavissa: <http://aisel.aisnet.org/icis2005/27> . Luettu 6.12.2014.
- Collins, A. 1992. Toward a design science of education. Teoksessa E. Scanlon & T. O'Shea (toim.) *New directions in educational technology*. Berlin: Springer, 15–22.
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. 2004. Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of Learning Sciences* 13 (1), 15–42.
- Collins, S., Osborne, J., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. 2001. What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the

- expert community. Saatavissa: [http://www.tlrp.org/dspace/retrieve/790/NARST2001\\_P3.pdf](http://www.tlrp.org/dspace/retrieve/790/NARST2001_P3.pdf) . Luettu 7.9.2011.
- Commission of the European communities. 2007. Improving the Quality of Teacher Education. European Commission, Brussels, 3.8.2007, COM (2007) 392 final. Saatavissa: [http://www.atee1.org/uploads/EUpolicies/improving\\_the\\_quality\\_of\\_teacher\\_education\\_aug2007.pdf](http://www.atee1.org/uploads/EUpolicies/improving_the_quality_of_teacher_education_aug2007.pdf) . Luettu 7.3.2008.
- Crawford, B. A. 2000. Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching* 37 (9), 916-937.
- Creswell, J. W. 2007. *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five traditions*. 2. painos. Thousand Oaks: Sage.
- Creswell, J. W., Clark, V. L., Gutmann, M. L. & Hanson, W. 2003. Advanced mixed methods research designs. Teoksessa A. Tashakkori & C. Teddie (toim.) *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. Thousand Oaks: Sage, 209-240.
- Cresswell, J., & Vayssettes, S. 2006. Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006, OECD. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Csikós, J. & Aksela, M. 2007. Mielekästä kokeellisuutta kemian opetukseen. Teoksessa M. Aksela & M. Montonen (toim.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*. Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 29.-30.3.2007 Helsinki. Helsinki: Opetushallitus, Helsingin yliopisto, 284-290.
- Darling-Hammond, L. 2006. Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education* 57 (3), 300-314.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. 2005. Introduction: The discipline and qualitative research. Teoksessa N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (toim.) *The Sage handbook of qualitative research*. 3. painos. Thousand Oaks: Sage, 1-32.
- Design- Based Research Collective, 2003. Design-based research: An Emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher* 32 (1), 5-8.
- Dewey, J. 1910. *How we think*. Boston: D.C. Heath & CO.
- Dewey, J. 1938. *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Dewey, J. 1966 (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. New York: Free Press.
- Dietz, C.M. & Davis, E.A. 2009. Pre-service elementary teachers' reflection on narrative images of inquiry. *Journal of Science Teacher Education* 20 (3), (2009). 219-243.
- DiSessa, A. A. & Cobb, P. 2004. Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 77-103.
- Domin, D. 1999. A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education* 76 (4), 543-547.
- van Driel, J., Verloop, N. & de Vos, W. 1998. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching* 35 (6), 673-695.

- van Driel, J. H., Beijaard, D. & Verloop, N. 2001. Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of research in science teaching*. 38(2), 137-158.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. 1996. *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. A. 2004. Relating history of science to learning and teaching science: using and abusing. Teoksessa L. B. Flick & N. G. Lederman (toim.) *Scientific inquiry and nature of science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 319-330.
- Dyasi, H. 2000. *What Children Gain by Learning Through Inquiry* [Monograph]. Foundations 2, 9-14. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 10.03.2010.
- Edelson, D. C. 2002. Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences* 11 (1), 105-121.
- Edelson, D. C. 2006. What we learn when we engage in design: Implications for assessing design research. Teoksessa J. van der Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.) *Educational Design Research*. Abingdon: Routledge, 105-121.
- Eilks, I. & Ralle, B. 2002. Participatory action research within chemical education. Teoksessa B. Ralle & I. Eilks (toim.) *Research in chemical education – What does it mean?* Aachen: Shaker, 87-98.
- Ekola, J. 1986. Aikuisten opettamisen taito. Teoksessa R. Jalonen, A.-M. Luukkonen & K. E. Nurmi (toim.) *Radion aikuiskasvatussarjan kolmannen osan oppikirja*. Helsinki: Yleisradio, 97-169.
- Elkana, Y. 2000. Science, Philosophy of science and science teaching. *Science & Education* 9 (5), 463-485.
- Engeström, Y. 2001. Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work* 14 (1), 133-156.
- Erduran, S. 2001. Philosophy of chemistry: an emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education* 10 (6), 581-593.
- Erduran, S. & Scerri, E. 2002. The nature of chemical knowledge and chemical education. Teoksessa J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. van Driel (toim.) *Chemical education. Towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-28.
- Eskola, J. 2007. Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen aineiston analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*. 2. korjattu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus, 159-183.
- Falk, J. & Drayton, B. 2009. MSPnet: Design dimensions for nested learning communities. Teoksessa J. Falk & B. Drayton (toim.) *Creating and sustaining online professional learning communities*. New York: Teachers College Press, 20-35.
- Ferreira, J., Ryan L., & Tilbury D. 2007. Mainstreaming education for sustainable development in initial teacher education in Australia: a review



- of existing professional development models. *Journal of Education for Teaching* 33 (2), 225–239.
- Fitzgerald, A. 2012. Science in primary schools: examining the practices of effective teachers: Examining the practices of effective primary science teachers. Rotterdam: Sense Publishers.
- Freire, P. 1998. *Pedagogy of freedom. Ethics, democracy and civic courage*. Käänt. P. Clarke. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Fullan, M. 1993. *Change forces. Probing the depths of educational reform*. London: Falmer Press.
- Gadamer, H.-G. 2004. *Hermeneutiikka. Ymmärtäminen tieteissä ja filosofiassa*. Suom. I. Nikander. Tampere: Vastapaino.
- Gott, R. & Duggan, S. 1995. *Investigative Work in the Science Curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Gravemeijer, K. & Cobb, G. 2006. Design research from a learning design perspective. Teoksessa J. van der Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.) *Educational Design Research*. Abingdon: Routledge, 17–51.
- Grönfors, M. 1982. *Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät*. Helsinki: WSOY.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2004. *Tutkiva oppiminen. Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjänä*. 6. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.
- Hakkarainen, K., Lipponen, L., Ilomäki, L., Järvelä, S., Lakkala, M., Muukkonen, H., Rahikainen, M. & Lehtinen, E. 1999a. *Tieto- ja viestintäteknikka tutkivan oppimisen välineenä*. Helsingin kaupungin opetusvirasto. Tietotekniikkaprojektin tutkimusryhmä. Helsinki: Multiprint. Saatavissa: [http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/texts/to\\_opas.pdf](http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/texts/to_opas.pdf) . Luettu 10.9.2010.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 1999b. *Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen*. Helsinki: WSOY.
- Harlen, W. 2000. *Assessment in the Inquiry Classroom* [Monograph]. *Foundations* 2, 87-98. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 10.03.2010.
- Hassinen, S. 2006. *Idealähtöistä koulualgebraa IDEAA-opetusmallin kehittäminen algebra opetukseen peruskoulun 7. luokalla*. Helsingin yliopisto. Helsingin yliopiston käyttäytymistieteellisen tiedekunnan soveltavan kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 274.
- Haworth, J. & Conrad, C. 1997. *Emblems of quality in higher education: developing and sustaining high-quality programs*. Boston: Allyn & Bacon.
- Havu, S. 2000. *Changes in children's conceptions through social interaction in pre-school science education*. Joensuu: Yliopistopaino.
- Havu-Nuutinen, S. 2005. *Lasten käsityksiä luonnontieteen käsitteistä ja ilmiöistä*. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia: n:o 93. Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Havu-Nuutinen, S., Kauppinen, E. & Timonen M. 2005. *Alkuopettajat ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjan käyttäjinä*. Teoksessa A-L.

- Huttunen & A- M. Kokkonen (toim.) Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Kasvatustieteen päivät 2005. Verkkojulkaisu. Jyväskylä: Suomen kasvatustieteellinen seura, 94-104. Saatavissa: <http://ebooks.jyu.fi/isbn9513923843.pdf> . Luettu 21.11.2014.
- Heidegger, M. 2000. Oleminen ja aika. Suom. R. Kupiainen. Tampere: Vastapaino.
- Hein, G.E. & Lee, S. 2000. Assessment of Science Inquiry [Monograph]. Foundations 2, 99-108. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 15.3.2010.
- Heikkinen, H. L. T., Kontinen, T. & Häkkinen, P. 2008. Toiminnan tutkimuksen suuntaukset. Teoksessa H. L. T. Heikkinen, E. Rovio & L. Syrjälä (toim.). Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. Helsinki: Kansanvalistusseura, 39-76.
- Helin, M. 2014. Opettajien ammatillisen kehittymisen jatkumo: - yliopiston ja koulujen kumppanuus. Helsingin yliopisto. Käyttäytymistieteellinen tiedekunta, opettajankoulutuslaitos. Väitöskirja. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/44828> . Luettu 22.9.2014.
- Hodson, D. 1996. Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. Journal of Curriculum Studies 28 (2), 115-135.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. 2009. The meaning of scientific literacy. International Journal of Environmental and Science Education 4 (3), 275-288.
- Hooks, B. 2007. Vapauttava kasvatusta. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- Howes, E.V., Lim, M. & Campos, J. 2009. Journeys into inquiry-based elementary science: literacy practices, questioning, and empirical study. Science Education 93 (2) (2009), 189-217.
- Hämäläinen, K. & Mikkola, A. 1992. Opetusalan täydennyskoulutus. Opetusalan koulutussäätiön julkaisusarja n:o 1.
- Hätönen, H. & Nurmi, R. 1984. Perusteita aikuisen oppimisesta ja opettamisesta. Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitoksen opetusmonisteita 10/1984.
- Jarvis, P. 1997. Oppimisen paradokseja. Aikuiskasvatus 17 (1), 12-17.
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. 2004. Mixed method research: A Research paradigm whose time has come. Educational Researcher 33 (7), 14-26.
- Jokinen, H., Markkanen, I., Teerikorpi, S., Heikkinen, H.L.T. & Tynjälä, P. 2012. Työuran alkuvaihe opettajan haasteena. Teoksessa: H.L.T. Heikkinen, H. Jokinen, I. Markkanen & P. Tynjälä (toim.) Osaaminen jakoon: vertaisryhmämentorointi opetuslalla. Jyväskylä: PS-kustannus, 27-43.
- Joseph, D. 2004. The Practice of design-based research: Uncovering the interplay between design, research, and the real-world context. Educational Psychologist 39 (4), 235-242.
- Justi, R. & Gilbert, J. 2002. Models and modelling in chemical education. Teoksessa J.K. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. van Driel (toim.) Chemical education: towards research-based practice. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, 47-68.

- Juuti, K. 2005. Towards primary school physics teaching and learning: Design research approach. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 256. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Juuti, K. & Lavonen, J. 2006. Design-based research in science education: One step towards methodology. *NorDiNa*, 2 (4), 54–68.
- Juuti, K. & Lavonen, J. 2013. Design-tutkimukseen osallistuvien opettajien rooli tutkimuksen eri vaiheissa. Teoksessa J. Perna (toim.) *Kehittämistutkimus opetusosalalla. Opetus 2000 -sarja*. Jyväskylä: PS-kustannus, 45–68.
- Järvinen, P. 2007. Action research is similar to design science. *Quality & Quantity* 41 (1), 37–54.
- Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus oppinäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Karjalainen, M., Heikkinen, H., Huttunen, R. & Saarnivaara, M. 2006. Mentorointi dialogina. *Aikuiskasvatus* 26 (2), 96–103.
- Karjalainen, K., Klemi, L., Lonka, L. & Saksala, J.-M. 2004. Aikuisopiskelun ohjauksesta: salmiakkimallin neljä peruskäsitettä. *Aikuiskasvatus* 24 (3), 248–254.
- Kauppi, R. A. 2007. Ihmisen tapa oppia. Johdatus sosiokonstruktivistiseen oppimiskäsitykseen. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Kelly, A. E. 2004. Design research in education: Yes, but is it methodological. *The Journal of the Learning Sciences* 13 (1), 115–128.
- Killen, R. 2007. *Effective teaching strategies : lessons from research and practice*. South Melbourne: Thomson Social Science Press.
- King, K., Shumow, L. & Lietz, S. 2001. Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education* 85 (2), 89–110.
- Kiilakoski, T. 2007. Lapset ja nuoret kuntalaisina. Teoksessa A. Gretschel & T. Kiilakoski (toim.) *Lasten ja nuorten kunta*. Nuorisotutkimusverkosto/ Nuorisotutkimuseura, julkaisuja 77, Opetushallitus/ Nuorten osallisuushanke, Humanistinen ammattikorkeakoulu, Sarja A 3, 2007. Helsinki: Hakapaino, 8–19.
- Kiviniemi, K. 1995. Tavallista opetustyötä tässä tehdään. Työn ohessa toteutettua opetusharjoittelua koskeva toimintatutkimus. Jyväskylän yliopisto. Chydenius-Instituutti - Kokkolan yliopistokeskus. Chydenius-instituutin tutkimuksia 1/1995.
- Kiviniemi, K. 2007. Laadullinen tutkimus prosessina. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*. 2. korjattu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus, 70–85.
- Kiviniemi, K. 2015. Design- eli suunnittelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloitteleville tutkijoille*. 4. uudistettu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus, 220–240.

- Kluger-Bell, B. 2000. Recognizing inquiry: Comparing three hands-on teaching techniques [Monograph]. *Foundations* 2, 39-50. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 4.12.2014.
- Kolb, D.A. 1984. *Experiential learning. Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Korhonen, T. 2013. Tieto- ja viestintätekniikka kodin ja koulun yhteistyön tukena - design -tutkimuksen käytännön toteuttaminen. Teoksessa J. Perna (toim.) *Kehittämistutkimus opetusosalalla. Opetus 2000 -sarja*. Jyväskylä: PS-kustannus, 163-179.
- Koro, J. 1998. Oppimisympäristö ja oppimisen toimintakäytäntö. Teoksessa A. Kajanto (toim.) *Aikuisten oppimisen uudet muodot. Vapaan sivistystyön 34. vuosikirja. 5. painos*. Helsinki: Kirjastopalvelu, 51-110.
- Koro, J. 1995. Korkeakouluopiskelijana - aikuinen myös oppijana. Teoksessa J. Aaltola & M. Suortamo (toim.) *Yliopisto-opetus. Korkeakoulupedagogiikan haasteita*. Helsinki: WSOY, 98-117.
- Korthagen, F. A. J. 1994. In search of the essence of a good teacher. Towards a more holistic approach in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 20 (1), 77-97.
- Krajcik, J. S. & Sutherland, L. M. 2010. Supporting students in developing literacy in science. *Science* 328 (5977), 456-459.
- Kuh, G.D. 2005. Seven steps for taking student learning seriously. *Trusteeship* 13 (3), 20-24.
- Kumpulainen, K., Krokfors, L., Lipponen, L., Tissari, V., Hilppö, J. & Rajala, A. 2009. *Oppimisen Sillat - Kohti osallistavia oppimisympäristöjä*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Kupari, P., Sulkunen, S., Vettenranta, J. & Nissinen, K. 2012a. Enemmän iloa oppimiseen. Neljännen luokan oppilaiden lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen PIRLS- ja TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kupari, P., Vettenranta, J. & Nissinen, K. 2012b. Oppijälhtöistä pedagogiikkaa etsimään : kahdeksannen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kusch, M. 1986. *Ymmärtämisen haaste*. Oulu: Kustannusosakeyhtiö Pohjoinen.
- Kuula, A. 2006. *Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys*. Tampere: Vastapaino.
- Kärnä P., Hakonen R. & Kuusela J. 2012. Luonnontieteiden osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011. Teoksessa P. Kärnä, L. Houtsonen & T. Tähtä (toim.) *Luonnontieteiden opetuksen kehittämissaasteita 2012*. Koulutuksen seurantaraportit 2012: 10. Tampere: Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino.

- Laine, T. 2009a. Periaatekolmikko toimintaa ohjaamassa. Teoksessa T. Laine & A. Malinen (toim.) *Elävä peilisali. Aikuista pedagogiikkaa oppimassa*. Helsinki: Kansanvalistusseura, 144-161.
- Laine, T. 2007. Miten kokemusta voidaan tutkia? Fenomenologinen näkökulma. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II*. 2. korjattu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus, 28-45.
- Lampiselkä, J. 2003. Demonstraatio lukion kemian opetuksessa. Department of Chemistry, University of Jyväskylä. Research report, no. 102. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Lauriala, A. 1997. Development and change of professional cognitions and action orientations of Finnish teachers. Oulun yliopisto. *Acta Universitatis Ouluensis. Scientiae Rerum Socialium E* 27.
- Lauriala, A. 2000. Opettajan ammatillinen uudistuminen: sosiokulttuurinen näkökulma opettajan oppimiseen. Teoksessa K. Harra (toim.) *Opettajan professiosta*. OKKA-vuosikirja 1. Helsinki: OKKA-säätiö, 88-97.
- Lavonen, J. 2009. Suomalaisen perusopetuksen tavoitteet ja tuntijaon toimivuus PISA -arviointien tulosten valossa. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Saatavissa: [http://www.opintonetti.fi/download/115725\\_lavonen\\_PISA\\_tavoitteet.pdf](http://www.opintonetti.fi/download/115725_lavonen_PISA_tavoitteet.pdf) . Luettu 20.6.2014.
- Lavonen J. & Juuti, K. 2013. Design-tutkimukseen osallistuvien opettajien rooli tutkimuksen eri vaiheissa. Teoksessa J. Pernaa (toim.) *Kehittämistutkimus opetuslalla*. Opetus 2000 -sarja. Jyväskylä: PS-kustannus, 45-67.
- Lavonen, J. & Jutti, K. 2012. Science at Finnish compulsory school. Teoksessa H. Niemi, A. Toom & A. Kallioniemi. (toim.) *The Miracle of Education: The Principles and Practices of Teaching and Learning in Finnish Schools*. Rotterdam: Sense Publishers, 137-147.
- Lavonen, J., Juuti, K., Aksela, M. & Meisalo, V. 2006. A Professional development project for improving the use of information and communication technologies in science teaching. *Technology, Pedagogy and Education* 15(2), 159-174.
- Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V., Uitto, A. & Byman, R. s.a. Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Saatavissa: [http://mirror4u.net/opettajat/Mirror6\\_luonnontiet.pdf](http://mirror4u.net/opettajat/Mirror6_luonnontiet.pdf) . Luettu 8.7.2007.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. 2009. Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching* 46 (8), 922-944.
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2005. Kokeellisuus opetussuunnitelmissa. Opetushallitus. Saatavissa: <http://www.edu.fi/pageLast.asp?path=498,1329,1520,21839,48358,48359> . Luettu 21.3.2009.
- Lavonen, J., Meisalo, V. ym. s.a. Kokeellisuuden työtavat. Saatavissa: <http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/index.htm> Luettu 3.8.2007.

- Lederman, N. G. 2004. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. Teoksessa L. B. Flick & N. G. Lederman, (toim.) *Scientific inquiry and nature of science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 301-317.
- 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.
- Lee, Y-C. 2011. Enhancing pedagogical content knowledge in a collaborative school-based professional development program for inquiry-based science teaching. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 12 (2), 1.
- Lehtelä, P-L. 2001. Seitsemäsluokkalaisten metakognitiot aineen rakenteen oppimis- ja opiskeluprosessissa. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja, n:o 70. Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Leppäaho, H. 2007. Matemaattisen ongelmanratkaisutaidon opettaminen peruskoulussa. Ongelmanratkaisukurssin kehittäminen ja arviointi. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Education, Psychology and Social Research* 298.
- Leivo, M. 2010. Aikuisena opettajaksi. Aikuisopiskelijoiden merkittävät oppimiskokemukset opettajan työn ja opettajankoulutuksen vuorovaikutuksessa. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius.
- Leonard, J., Boakes, N. & Moore, C.M. 2009. Conducting Science Inquiry in Primary Classrooms: Case Studies of Two Preservice Teachers' Inquiry-Based Practices. *Journal of Elementary Science Education* 21 (1), 27-50. Saatavissa: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ849709.pdf> . Luettu 19.6.2014.
- Light, R. & Butler, J. 2005. A personal journey TGfU teacher development in Australia and the USA. *Physical Education and Sport Pedagogy* 10 (3), 241-254.
- Lin, H.-S. 1998. The Effectiveness of Teaching Chemistry Through the History of Science. *Journal of Chemical Education* 75 (10), 1326.
- Lincoln, Y. & Guba, E. 2005. Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. Teoksessa N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (toim.) *The Sage handbook of qualitative research*. 3. painos. Thousand Oaks: Sage, 163-189.
- Lucero, M., Valcke, M. & Schellens, T. 2013. Teachers' Beliefs and Self-Reported Use of Inquiry in Science Education in Public Primary Schools. *International Journal of Science Education* 35 (8), 1407-1423.
- Luera, G.R. & Otto, C.A. 2005. Development and evaluation of an inquiry-based elementary science teacher education program reflecting current reform movements. *Journal of Science Teacher Education* 16 (3), 241-258.
- Luokanopettajien aikuiskoulutuksen opetussuunnitelma 2006 -2008. Jyväskylän yliopisto, Chydenius-instituutti, Kokkola.

- LUMA-ohjelman loppuraportti. 2002. Saatavissa: [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2002/liitteet/102\\_1osa.pdf?lang=fi](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2002/liitteet/102_1osa.pdf?lang=fi) . Luettu 10.7.2013.
- Lundell, J. & Aksela, M. 2003. Molekyylimallinnus ja kemian opetus. *Dimensio* 67 (5), 47–49.
- Makkonen, T. & Sihvonen, P. 1998. Iloa ilmiöistä. Opetushallituksen julkaisuja. Helsinki: Hakapaino.
- Malinen, A. 2004. Opettajuus rakentuu ihmistuntijuudesta ja asiantuntijuudesta. Epistemologinen, eksistentiaalinen ja eettinen vastuu opettajan työssä. Teoksessa P. Salila ja A. Malinen (toim.) *Opettajuus muutoksessa*. 4. painos. Helsinki: Kansanvalistusseura, 63–92.
- Malinen, A. 2000. Towards the essence of adult experiential learning. A reading of the theories of Knowles, Kolb, Mezirow, Revans and Schön. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä: SoPhi.
- Malinen, A. & Laine, T. 2009. Keskusteluja oppimisen moniulotteisuudesta. Teoksessa A. Malinen & T. Laine (toim.) *Elävä peilialti - Aikuista pedagogiikkaa oppimassa*. Helsinki: Kansanvalistusseura, 129–146.
- Matthews, M. R. 1994. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. London: Routledge.
- McKenney, S. & Reeves, T. C. 2014. Methods of evaluation and reflection in design research. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 27, 141–153.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. 2012. *Conducting Educational Design Research*. London : Routledge.
- Meisalo, V. 1990. Luonnontieteiden opetuksen tietoverkko ja opetuksen kehittäminen. Teoksessa P. Sahlberg (toim.) *Luonnontieteiden opetuksen työtapa*. FINISTEn Opetuksen työtavat -sarja. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 31–38.
- Meisalo, V. & Lavonen, J. 1994. *Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa*. Helsinki: Opetushallitus.
- Mezirow, J. 1991. *Transformative dimensions of adult learning*. San Fransisco: Jossey-Bass.
- Mezirow, J. 1995. Kriittinen reflektio uudistavan oppimisen käynnistäjänä. Suom. L. Lehto. Teoksessa J. Mezirow ym. (toim.) *Uudistava oppiminen. Kriittinen reflektio aikuiskoulutuksessa*. Helsingin yliopisto. Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskuksen oppimateriaaleja 23, 17–37.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J-F. 2002. Varieties of labwork. A way of profiling labwork tasks. Teoksessa D. Psillos, & H. Niedderer (toim.) *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dodrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Millar, R., Le Maréchal, J.-F. & Tiberghien, A. 1999. "Mapping" the domain - varieties of practical work. Teoksessa J. Leach & A. Paulsen (toim.) *Practical work in science education - Recent research studies*. Frederiksberg: Roskilde University Press.

- Minner, D., Levy, A. & Century, J. 2010. Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? *Journal of Research in Science Teaching* 47 (4), 474–496.
- Monk, M. & Dillon, J. 2000. The nature of scientific knowledge. Teoksessa M. Monk & J. Osborne (toim.) *Good practice in science teaching. What research has to say*. Buckingham: Open University Press, 72–87.
- Monk, M. & Osborne, J. 1997. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education* 81 (4), 405–424.
- Montonen, M. 2003. Uudistuva lukion kemian opetussuunnitelma. *Dimensio*, 67 (6), 14–15.
- Moss, P. A. 1998. Rethinking validity for the assessment of teaching. Teoksessa N. Lyons (toim.) *With portfolio in hand. Validating the new teacher professionalism*. New York: Teachers College Press, 202–219.
- Nakhleh, M. B., Polles, J. & Malina, E. 2002. Learning chemistry in a laboratory environment. Teoksessa J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. van Driel (toim.) *Chemical Education. Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 69–94.
- National Research Council 2000. *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: The National Academy Press. Saatavissa: <http://www.nap.edu/catalog/9596.html> . Luettu 1.7.2014.
- Niaz, M. & Rodriguez, M. A. 2001. Do we have to introduce history and philosophy of science or is it already 'inside' chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 2 (2), 159–164.
- Nieveen, N., McKenney, S. & van den Akker, J. 2006. Educational design research: the value of variety. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (toim.) *Educational design research*. New York: Routledge, 151–158.
- Nieveen, N. & Folmer, E. 2013. Formative evaluation in educational design research. Teoksessa T. Plomp & N. Nieveen (toim.) *Educational design research. Part A: An introduction*. Enchede: SLO, Netherlands institute for curriculum development, 153–169.
- Niikko, A. 2008. Kokemus suuntaa käsityksiä. Kolmen lastentarhanopettajaopiskelijan näkemyksiä koulutuksen alkuvaiheessa. Teoksessa A. Niikko, I. Pellikka & E. Savolainen (toim.) *Oppimista, opetusta, monitieteisyyttä. Kirjoituksia Kuninkaankartanonmäeltä*. Savonlinna: Joensuun yliopisto, Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 40–51.
- Niiniluoto, I. 2002. *Johdatus tieteenfilosofiaan. Käsitteen- ja teorianmuodostus*. 3. painos. Helsinki: Otava.
- Nilsson, P. 2008. Teaching for understanding: the complex nature of pedagogical knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education* 30 (10), 1281–1299.



- Nivalainen, V., Asikainen, M., Hirvonen, P. 2013. Open Guided Inquiry Laboratory in Physics Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education* 24 (2), 449–474.
- Näsäkkälä, E., Flinkman, M. & Aksela, M. 2001. Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen koulussa. Helsinki: Opetushallitus.
- Oesch, E. 1994. Tulkinnasta. Tulkinnan tiedolliset perusteet modernissa ja filosofisessa hermeneutiikassa. *Filosofisia tutkimuksia Tampereen yliopistosta* vol. 53. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Opetushallitus 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus 2003. Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus 2002. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden luonnos 17.9.2002. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetusministeriö 2007. Opettajankoulutus 2020. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2007: 44.
- Opetusministeriö 2005. Elinikäinen oppiminen yliopistoissa -työryhmän muistio. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2005: 38.
- Osborne, J. 2000. Science for citizenship. Teoksessa M. Monk.& J. Osborne (toim.) *Good Practice in Science Teaching. What research has to say.* Buckingham: Open University Press, 223–237.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. 2001. Enhancing the Quality of Argument in School Science. *School Science Review* 82 (301), 63–70.
- Paane-Tiainen, T. 2000. Oppijaksi aikuisena. Helsinki: Edita.
- Paavola, S. & Hakkarainen, K. 2005. The knowledge creating metaphor – An emergent epistemological approach to learning. *Science & Education* 14 (6), 535–557.
- Pasanen, H. 2001. Itseohjautuvuus aikuiskoulutuksessa. *Aikuiskasvatus* 21 (1), 46–55.
- Pernaa, J. 2013. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.) *Kehittämistutkimus opetuslalla.* Opetus 2000 -sarja. Jyväskylä: PS-kustannus, 9–26.
- Pernaa, J. 2011. Kehittämistutkimus. Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen. Kemian opettajankoulutuksen väitöskirjat. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Plomp, T. 2010. Educational Design Research: an Introduction. Teoksessa T. Plomp & N. Nieveen (toim.) *An Introduction to Educational Design Research.* Enschede: NetzoDruk, 9–36.
- Postareff, L. & Lindblom-Ylänne, S. 2008. Variation in teachers' descriptions of teaching: Broadening the understanding of teaching in higher education. *Learning and Instruction* 18 (2), 109–120.
- Prenzel, M. & Ostermeier, C. 2006. Improving mathematics and science instruction: A program for the professional development of teachers.

- Teoksessa F. K. Oser, F. Achtenhagen & U. Renold (toim.) *Competence oriented teacher training. Old research demands and new pathways.* Rotterdam: Sense publishers, 79–96.
- Puolimatka, T. 2002. *Opetuksen teoria konstruktivismista realismiin.* Helsinki: Tammi.
- Puolimatka, T. 2004. *Kasvatus, arvot ja tunteet.* Helsinki: Tammi
- Purnell, K., McCarthy, R. & McLeod, M. 2010. Student success at university: using early profiling and interventions to support learning. *Studies in Learning, Evaluation, Innovation and Development* 7 (3), 77–86.
- Rankin, L. 2000a. Lessons learned: Addressing common misconceptions about inquiry. [Monograph]. *Foundations* 2, 33–38. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 1.9.2010.
- Rankin, L. 2000b. Lessons in a Pond A Year-Long Inquiry Investigation. [Monograph]. *Foundations* 2, 71–78. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 4.10.2010.
- Reinikainen, P. 2002. Millaista on luonnontieteellinen osaaminen Suomessa. Teoksessa J. Välijärvi & P. Linnakylä (toim.) *Tulevaisuuden osaajat. PISA 2000 Suomessa.* Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos, 57–72.
- Richey, R. C., Klein, J. D. & Nelson, W. 2004a. *Developmental research: Studies of instructional design and development.* Teoksessa Jonassen (toim.) *Handbook of research for educational communications and technology.* 2.painos. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1099–1130.
- Richey, R. C. & Nelson, W. A. 1996. *Developmental research.* Teoksessa D. H. Jonassen (toim.) *Handbook of research for educational communications and technology. A project of the association for educational communications and technology.* New York: Macmillan, 1213–1245.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. 2007. *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe.* European Commission. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf) . Luettu 10.6.2010.
- Rosenfeld, S. & Bhushan, N. 2000. Chemical synthesis: complexity, similarity, natural kinds, and the evolution of a "logic". Teoksessa N. Bhushan & S. Rosenfeld (toim.) *Of minds and molecules. New philosophical perspectives on chemistry.* New York: Oxford University Press, 187–207.
- Rukajärvi-Saarela, M. & Aksela, M. 2009. Luokanopettajien käsityksiä ja kokemuksia tutkivasta kokeellisuudesta ja tarvittavista välineistä kemian opetuksessa. Teoksessa M. Aksela & J. Perna (toim.) *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluun.* IV valtakunnalliset kemian opetuksen päivät. Kemian


- opetuksen keskuksen julkaisuja 3. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, kemian laitos, 130-140.
- Rukajärvi-Saarela, M., Ojala, P., Käsäkangas, T. & Heikkilä, T. 2010. POPB - opiskelutavalla lisää motivaatiota luonnontieteiden opiskeluun. Teoksessa M. Aksela, J. Pernaa & M. Rukajärvi-Saarela (toim.) Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen. V valtakunnalliset kemian opetuksen päivät -symposiumkirja. Kemian opetuksen keskuksen julkaisuja. Helsinki: Helsingin yliopisto, 214-225.
- Ruohotie, P. 2000. Oppiminen ja ammatillinen kasvu. Helsinki: WSOY.
- Saari, H. 2000. Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan peruskouluopetuksessa. Joensuun yliopisto. Department of Physics, 22. Väisälä Laboratory. Väitöskirja.
- Saarinen, H. 1998. Kemian kouluopetus ja ylioppilastutkinto. Teoksessa: J. Lavonen & M. Erätuuli (toim.) Tuulta purjeisiin. Matemaattisten aineiden opetus 2000-luvulle. Opetus 2000 -sarja. Jyväskylä: Atena.
- Sandholtz, J. H. 2002. Inservice trainings or professional development: Contrasting opportunities in a school/university partnership. *Teaching and Teacher Education* 18 (7), 815-830.
- Scherer, M. 2012. The challenges of supporting new teachers. *Educational leadership* 69 (8), 18-23.
- Schreiner, C. & Sjöberg, S. 2004. Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire, development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science education. *Acta Didactica*, 4. Oslo: Universitetet i Oslo. Department of teacher education. Saatavissa: <https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/actadidactic.a.pdf> . Luettu 22.11.2014.
- Schummer, J. 2001. Ethics of chemical synthesis. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry* 7 (2), 103-124.
- Shiland, T. W. 1999. Constructivism: The implication for laboratory work. *Journal of Chemical Education* 76 (1), 107-109.
- Sikkelä, R. 2003. Verkko-opiskelun ja oppimisen mielekkyys ja merkityksellisyys. E. Kähkönen (toim.) Tutkimuksen tuella verkko-oppimiseen. Verkkojulkaisu. Joensuun yliopiston opetusteknologiakeskuksen selosteita 5, 17-34. Saatavissa: [http://www.joensuu.fi/opetusteknologiakeskus/julkaisut/ttv\\_2003.pdf](http://www.joensuu.fi/opetusteknologiakeskus/julkaisut/ttv_2003.pdf) . Luettu 4.6.2007.
- Sjöberg, S. 1996. Scientific literacy and school science --Arguments and second thoughts. Saatavissa: <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html> . Luettu 22.11.2014.
- Smith, D. C. 1999. Changing our teaching: The role of pedagogical content knowledge in elementary science. Teoksessa J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (toim.) Examining pedagogical content knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 95-132.

- St John, M. 2000. End paper: The value of knowing what you do not know. *Foundations* 2, 109–111. Saatavissa: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> . Luettu 1.9.2010.
- Stenlund, A. 2011. Osallistava pedagogiikka ja opintoihin kiinnittyminen. Proakatemia, Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: dokumentit/Osallistava\_pedagogiikka\_ja\_opintoihin\_kiinnittyminen\_Proakatemia\_20120308.pdf . Luettu 17.3.2015.
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. 1998. *Mixed Methodology. Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks: Sage.
- Tauriainen, P. 2009. Teknologiatuettu työssäoppiminen. Matkapuhelimen ja verkko-oppimisympäristön käyttö työssäoppimisessa ammatillisessa peruskoulutuksessa. *Acta Universitatis Ouluensis. E, Scientiae rerum socialium*, 105. Kasvatustieteiden tiedekunta. Oulun yliopisto. Oulu: Oulun yliopisto.
- Teitel, L. 2003. *The professional development schools handbook: Starting, sustaining, and assessing partnerships that improve student learning*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Toom, A., Kynäslähti, H., Krokfors, L., Jyrhämä, R., Byman, R., Stenberg, K., Maaranen, K. & Kansanen, P. 2010. Experiences of a Research-based Approach to Teacher Education: suggestions for future policies. *European Journal of Education* 45 (2), 331–344.
- Torn, E. 2004. Kemia on kivaa. Tutkimus luonnontieteellisesti lahjakkaiden peruskoulun 9. luokkalaisten käsityksistä kemian opetusjärjestelyistä. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 254. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2011. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. 7. uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2009. Humanistisen, yhteiskuntatieteellisen ja käyttäytymistieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet ja ehdotus eettisen ennakkoarvioinnin järjestämiseksi. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2002. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausten käsitteleminen. Teoksessa S. Karjalainen, V. Launis, R. Pelkonen ja J. Pietarinen (toim.) *Tutkijan eettiset valinnat*. Helsinki: Gaudeamus, 384–394.
- Tynjälä, P., Slotte, V., Nieminen, J., Lonka, K. & Olkinuora, E. 2006. From university to working life: Graduates' workplace skills in practice. Teoksessa P. Tynjälä, J. Välimaa & G. Boulton-Lewis (toim.) *Higher education and working life. Collaborations, confrontations and challenges*. Amsterdam: Elsevier, 73–88.
- Tynjälä, P. 2008. Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review* 3 (2), 130–154.
- Tynjälä, P. 2010. Asiantuntijuuden kehittämisen pedagogiikkaa. Teoksessa K. Collin, S. Paloniemi, H. Rasku-Puttonen & P. Tynjälä (toim.) *Luovuus, oppiminen ja asiantuntijuus*. Helsinki: WSOY, 79–95.

- Tytler, R. 2007. Re-imagining Science Education. Engaging students in science for Australia's future. Australian education review: no. 51. Camberwell: ACER Press.
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K. & Cripps Clark, J. 2008. Opening up pathways: engagement in STEM across the primary-secondary school transition. Canberra: Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations.
- Vakkilainen, K-M. 2001. Iloa tutkimisesta. Helsinki: Opetushallitus ja Taloudellinen Tiedotustoimisto.
- Wandersee, J. H. & Baudoin Griffard, P. 2002. The history of chemistry: potential and actual contributions to chemical education. Teoksessa J. K. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. van Driel (toim.) Chemical education. Towards research-based practice. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 29–46.
- Wang, F. & Hannafin, M. 2005. Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. Educational Technology Research and Development 53 (4), 5-23.
- Varto, J. 1992. Laadullisen tutkimuksen metodologia. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Wenger, E. 1998. Communities of Practice. Learning, Meaning and Identity. Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vesterinen, V-M. 2012. Nature of science for chemistry education. Design of chemistry teacher education course. Kemian opettajankoulutusyksikön väitöskirjat. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Whitenack, D.A. & Swanson, P. E. 2013. The Transformative Potential of Boundary Spanners: A Narrative Inquiry Into Preservice Teacher Education and Professional Development in an NCLB-Impacted Context. Education Policy Analysis Archives 21 (57).
- Viiri, J. 2005. Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa? Helsinki: WSOY.
- Wilson, N. S. 2008. Teachers expanding pedagogical content knowledge: learning about formative assessment together. Journal of In-service Education 34 (3), 283–298.
- Windschitl, M. 2003. Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? Science Education 87 (1), 112-143.
- Winter, K. 2009. Opettajankoulutuksen neuvottelukunta yhteistyön foorumina. Teoksessa K. Winter (toim.) Yhteistyöllä laatua opettajankoulutukseen. Näkökulmia opettajankoulutuksen kehittämisestä 2007–2009. Pedagogica 30. Käyttäytymistieteellisen tiedekunnan julkaisuja. Helsingin yliopisto, 7–15.
- Wu, Y. T. & Tsai, C. C. 2005. Development of Elementary School Students' Cognitive Structures and Information Processing Strategies Under Long-Term Constructivist-Orientated Science Instruction. Science Education 89 (5), 822-846.

Zeichner, K. 2010. Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education* 61(1-2), 89-99.

## Liite 1. Ensimmäisen aallon 1. syklin arviointilomake (OPH)

	<b>Opetushallitus</b>	Koulutuksen numero 829-00 1
<b>Osanottajakohtainen arviointilomake</b>		242

Sukupuoli    nainen <input type="checkbox"/> mies <input type="checkbox"/> Ikä            alle 30 <input type="checkbox"/> 30-34 <input type="checkbox"/> 35-40 <input type="checkbox"/> 41-44 <input type="checkbox"/> 45-50 <input checked="" type="checkbox"/> 51-55 <input type="checkbox"/> yli 55 <input type="checkbox"/>
---

**Oppilaitosmuodot, joissa työskentelen**

<input type="checkbox"/> perusopetus luokat 0-6	<input checked="" type="checkbox"/> perusopetus luokat 7-10	<input type="checkbox"/> lukio
<input type="checkbox"/> ammatillinen toinen aste	<input type="checkbox"/> ammatillinen aikuiskoulutus	
<input type="checkbox"/> vapaa sivistystyö	<input type="checkbox"/> muu, mikä _____	

**Miten paljon koulutusohjelmaan osallistuminen edisti seuraavien tavoitteiden saavuttamista omalla kohdallasi? Rastita vaihtoehto, joka parhaiten kuvaa tilannettasi. Arviointejasi käytetään koulutuksen kehittämiseen. Pohdi myös omaa panostasi koulutusohjelmassa.**

		ei ollenkaan	jotkin verran	en osaa sanoa	hyvin	erittäin hyvin
<b>Koulutustapahtuma</b>	Tavoitteet olivat tärkeitä oman työni kannalta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tavoitteet ennakoivat myös tulevaisuuden tarpeita työssäni	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sisällöt vastasivat koulutuksen tavoitteita	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Lähiopetus ja etäopiskelu muodostivat toimivan kokonaisuuden	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Koulutuksen hyöty</b>	Vahvistaa opettajan ja oppimisen ohjaajan taitojani	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Innostaa minua uudistamaan opetusmenetelmiäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Syvensi ymmärrystäni opiskeltavasta alasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Syntyi asiantuntijasuhteita, joita voin hyödyntää työssäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Auttaa minua toimimaan kehittäjänä työyhteisössäni	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Koulutuksessa käytetyt menetelmät</b>	Koulutus tukee organisaatorajat ylittävää yhteistyötä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Koulutuksessa otettiin huomioon yksilölliset tarpeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Koulutuksessa otettiin huomioon työn ohella opiskelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Koulutuksessa hyödynnettiin tieto- ja viestintätekniikan tarjoamia mahdollisuuksia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Kouluttajat</b>	Kouluttajat olivat asiantuntijoita omalla alallaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kouluttajat olivat avoimia uusille ideoille ja aloitteille	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kouluttajat hyödynsivät opiskelijaryhmässä olevaa asiantuntemusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kouluttajat onnistuivat etäopiskelun ohjauksessa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1    2    3    4    5

Koulutukselle antaisin arvosanan

**KÄÄNNÄ!**

Koulutuksen nimi: Kemian tutkiva oppiminen

Koulutuksen tuottaja: Jyväskylän yliopisto, Chydenius-Instituutti

**Arviosi kouluttajista, aihekokonaisuuksista ja koulutusmateriaalista**  
**Ruusut**

**Risut**

**Ehdotuksesi koulutuksen kehittämiseksi**

**Uusia koulutusaiheita**


**Muita kommentteja**

Suositteletko kurssia muille  
Rasti ruutuun=kyllä





## Liite 2. Ensimmäisen aallon 2. syklin arviointilomake (OPH)

	<b>Opetushallitus</b>	Koulutuksen numero	595-01 1		
<b>Osanottajakohtainen arviointilomake</b>					
Palauta tämä lomake ehdottomasti, koska Opetushallitus maksaa koulutukset palautettujen arviointilomakkeiden mukaan.		1354			
Koulutuksessa käytetty kieli: <input type="checkbox"/> suomi <input type="checkbox"/> ruotsi <input type="checkbox"/> muu					
Ikä alle 30 <input type="checkbox"/> 30-34 <input type="checkbox"/> 35-40 <input type="checkbox"/> 41-44 <input type="checkbox"/> 45-50 <input type="checkbox"/> 51-55 <input type="checkbox"/> yli 55 <input type="checkbox"/>					
<b>Oppilaitosmuodot, jossa työskentelen (rastita se vaihtoehto jossa eniten oppitunteja)</b>					
<input type="checkbox"/> perusopetus luokat 0-6	<input type="checkbox"/> perusopetus luokat 7-10	<input type="checkbox"/> lukio			
<input type="checkbox"/> ammatillinen toinen aste	<input type="checkbox"/> ammatillinen aikuiskoulutus				
<input type="checkbox"/> vapaa sivistystyö	<input type="checkbox"/> muu, mikä				
<b>Arvioi seuraavia tyytyväisyytesi vaikuttaneiden koulutuksen osatekijöiden toteutumista. Rastita sopivin vaihtoehto.</b>					
<b>Koulutustapahtuma:</b>					
Koulutuksen sisällöt olivat tärkeitä oman työni kannalta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koulutuksen sisällöt ennakoivat myös tulevaisuuden tarpeita työssäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koulutuksen sisällöt vastasivat tavoitteita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lähiopetus ja etäopiskelu muodostivat toimivan kokonaisuuden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Koulutuksen hyöty:</b>					
Lisäsi tietojani opiskeltavasta asiasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vahvistaa opettajan ja oppimisen ohjaajan taitojani	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innostaa minua uudistamaan opetusmenetelmiäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Syntyi yhteistyösuhteita, joita voin hyödyntää työssäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auttaa minua toimimaan kehittäjänä työyhteisössäni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Koulutuksessa käytetyt menetelmät:</b>					
Koulutus tukee eri tahojen yhteistyötä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koulutuksessa käytettiin monipuolisia opetusmenetelmiä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koulutuksessa otettiin huomioon työn ohella opiskelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koulutuksessa hyödynnettiin tieto- ja viestintätekniikan tarjoamia mahdollisuuksia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Kouluttajat:</b>					
Pääkouluttajat olivat asiantuntijoita omalla alallaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kouluttajat toimivat joustavasti ja vuorovaikutteisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kouluttajat ottivat huomioon yksilölliset tarpeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kouluttajat onnistuivat etäopiskelun ohjauksessa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
Koulutukselle antaisin arvosanan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6105197380

KÄÄNNÄ!

Koulutuksen nimi: Kemian tutkiva opettaminen peruskoulussa

Koulutuksen tuottaja: Jyväskylän yliopisto, Chydenius-Instituutti

Arvioidi kouluttajista, luennoitsijoista ja koulutuksen järjestelyistä  
Ruusut

Risut

Ehdotuksesi koulutuksen kehittämiseksi ja uusiksi koulutusaiheiksi

Miksi hakeuduin tähän koulutukseen?

Muita kommentteja

Suositteletko kurssia muille  
Rasti ruutuun=kyllä

Kiitos osallistumisestasi koulutuksen kehittämiseen!

**Liite 3. Toisen aallon 1. syklin aloituskirje ja alkukyselylomake****Hyvää huomenta 07.02.2005 kemian tutkiva opettaminen - koulutukseen osallistuva opettaja**

Kiitos ilmoittautumisestasi ja onnittelut siitä, että mahduit mukaan!  
(Muista ilmoittaa, jos et pääse jostakin syystä tulemaan, jotta jonossa seuraava saa mahdollisuuden!)

Jotta me kouluttajat yhdessä teidän koulutukseen tulevien opettajien kanssa voisimme saada aikaan mahdollisimman monipuolisen ja oikeaan osuvan koulutuspäivän, odotan, että käytät muutaman hetken aikaasi ja mietit sekä sitten kerrot muutamien sanoin omista lähtökohdistasi opettaa kemiaa ja odotuksistasi tälle koulutuspäivälle. Voit sen tehdä joko alla olevat kysymykset pohjana niihin vastaten tai sitten ihan vapaasti omin sanoin kertoen. Tärkeää on, että lähetät viestisi minulle sähköpostina viimeistään maanantaina 31.01.2005, jotta me kouluttajat ehdimme ne saada ennen suunnittelukokoustamme, joka meillä on tiistaina 01.02.2005.

Kerro mielellään ainakin seuraavista asioista:

Milloin viimeksi olet itse opiskellut kemiaa?

Millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?

Oletko itse opettanut kemiaa?

Jos kyllä, niin milloin ja mille luokka-asteelle?

Millaisen tietopohjan kemiasta koet omaavasi tällä hetkellä?

Millainen oppiaine kemia on?

Voiko sitä verrata johonkin toiseen oppiaineeseen?

Miten sinun mielestäsi kemiaa oppii parhaiten?

Mitä tutkiva opettaminen sinulle tarkoittaa?

Millaiset opetusmahdollisuudet (tilat, välineet, opetusmateriaalit...) sinun koulullasi on ajatellen kemian opettamista?

Mikä on akuutein ja tärkein asia, jonka erityisesti haluat koulutuksessa otettavan esille?

Entä muita tärkeitä esille otettavia asioita?

**Odotamme innolla vastaustasi!**

**God morgon du som anmält dig till fortbildningen i kemi  
07.02.2005!**

Tack för din anmälan och grattis till att du rymts med! (Kom ihåg att anmäla om du får förhinder eftersom det finns många villiga i kö!)

För att vi arrangörer skall kunna skraddarsy programmet att på bästa sätt motsvara behovet hoppas vi att du skall ge dig tid att med några ord beskriva vilket ditt utgångsläge är för kemiundervisningen och vilka förväntningar och önskemål du har inför fortbildningsdagen. Du kan göra det helt fritt eller genom att besvara nedanstående frågor. Det viktigaste är att du sänder kommentarerna till nedanstående adressen senast måndag 31.01.2005 så hinner de med och vi kan beakta dina önskemål vid vårt planeringsmöte tisdag 01.02.2005.

Försök berätta för oss åtminstone om:

När/var har du senast studerat kemi?

Vilken bild har du av dessa studier?

Har du själv undervisat kemi?

Om du undervisat så vilken årsklass?

Vilken grund tycker du att du har i kemi för tillfället?

Hurudant ämne tycker du att kemi är?

Kan ämnet kemi jämföras med något annat läroämne?

Hur tycker du att man bäst lär sig kemi?

Vad innebär kursens tema tutkiva opettaminen - undersökande undervisning för dig?

Hurudana förutsättningar för laborativt arbete i kemi (utrymmen, material, läromedel) finns på din skola?

Vilka är de mest akuta frågor som du önskar att vi behandlar på kursen?

Övriga viktiga frågor som kan beaktas?

**Vi väntar ivrigt på dina synpunkter!**

#### **Liite 4. Toisen aallon 3. syklin aloituskirje ja alkukyselylomake**

**Hyvää päivää kemian tutkiva opettaminen - koulutukseen kevään 2008 aikana osallistuva opettaja**

**Kiitos ilmoittautumisestasi ja onnittelut siitä, että mahduit mukaan!**

**Jotta me kouluttajat yhdessä teidän koulutukseen tulevien opettajien kanssa voimme saada aikaan mahdollisimman monipuoliset ja oikeaan osuvat koulutuspäivät, odotamme, että käytät muutaman hetken aikaasi ja mietit sekä sitten kerrot muutamien sanoin alla olevaa kyselylomaketta käyttäen omista lähtökohdistasi opettaa kemiaa ja odotuksistasi näille koulutuspäivälle. Tärkeää on, että lähetät viestisi sähköpostina tällä kuluvalle viikolla eli ennen pääsiäistä (kiiristorstai on 20.03.2008), jotta ehdimme ne saada ennen suunnittelukoustamme, joka meillä on tiistaina 25.03.2008 iltapäivällä.**

**Voit kirjoittaa vastauksesi heti alla olevien kysymysten perään.**

#### **Oma kemian opiskelusi ja opettamisesi:**

1. Opettajataustasi:

Milloin valmistuit opettajaksi ja mistä? Kauanko siis olet toiminut opettajana ja mille luokka-asteille?

2. Kemia ja sen opiskelu ja opettaminen:

Milloin viimeksi olet itse opiskellut kemiaa? Millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?

Millaisen tietopohjan kemiasta koet omaavasi tällä hetkellä?

Millainen oppiaine kemia on? Ja miten sinun mielestäsi kemiaa oppii parhaiten?

Oletko itse opettanut kemiaa? Jos kyllä, niin milloin ja mille luokka-asteelle?  
Voiko sitä verrata johonkin toiseen oppiaineeseen?

3. Täydennyskoulutus:

Oletko ollut kemiaan ja fysiikkaan tai ympäristö – ja luonnontietoon liittyvässä täydennyskoulutuksessa? Jos, niin missä ja milloin?

### **Tutkimalla oppiminen ja opettaminen:**

1. Mitä tutkiva opettaminen sinulle tarkoittaa?
2. Millainen tutkimalla oppimisen lähestymistapa mielestäsi soveltuu parhaiten kemian oppimiseen?
3. Mikä on mielestäsi opettajan rooli tutkivassa opiskelussa?

### **Motivaatio ja innostuneisuus:**

1. Mitkä tekijät vaikuttavat oppiaineesta pitämiseen?
2. Miten sinun mielestäsi voi kemian opiskelusta saada innostavan ja motivoituneen?

### **Opiskeluympäristö:**

1. Minkälaiset opetustilat mielestäsi parhaiten palvelisivat tutkimalla oppimista?
2. Millaiset opetusmahdollisuudet (tilat, välineet, opetusmateriaalit...) sinun koulullasi on ajatellen kemian opettamista?
3. Olette saamassa kurssin päätteeksi nk. työkalupakin kemian opettamista varten koulullenne. Mitä sen sinun mielestäsi tulisi sisältää ihan yksityiskohtaisesti? (Tätä asiaa voisitte miettiä koulullanne yhdessä muiden opettajien kanssa ja palaamme siihen sitten myöhemmin kurssin aikana)

### **Vielä muuta tärkeää:**

Minkälaista täydennyskoulutusta tarvitaan?  
Mikä on akuutein ja tärkein asia, jonka erityisesti haluat koulutuksessa otettavan esille?

Vastauksiasi innolla odottaen

Maija Rukajärvi-Saarela, Margetta Sarkkinen ja Päivi Ojala

**Liite 5. Toisen aallon 1. syklin koulutuksen arviointi**

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla; koulutusta luokanopettajille - Undervisning i kemi i grundskolan 07.02.2005 KPAMK Tekniikan yksikkö, Kokkola ja Kokkolan kaupungin sivistystoimi

**KURSSIARVIO**

**kooste**

**Nimi:**

**Kattavatko tehdyt työt OPS:in neljä aihepiiriä?**

**Mitä työtapoja harjoitit tänään? Mitä jäi kokeilematta?**

**Mitä mieltä olet tehtävien avoimuudesta?**

**Sopivatko tehdyt työt suoraan kouluun vietäviksi? (Vaikeustaso, materiaalit, välineet, tilat...)**

**Voiko kemiaa integroida muihin oppiaineisiin? Jos, niin mihin?**

**Miten sinusta voi kemian opiskelusta saada innostavan ja motivoitun?**

**Mikä on mielestäsi opettajan rooli tutkivassa opiskelussa?**

**Arvioi tätä päivää kokonaisuutena: sekä risuja että ruusuja!**

**Kiitos palautteestasi! Maija, Margetta ja Jana**



**Liite 6. Toisen aallon 3 syklin koulutuksen arviointi**

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla

Kalajoki 02.04. ja 17.04.2008

Luokanopettaja: \_\_\_\_\_ luokka-  
aste: \_\_\_\_\_

**Sopivatko tänään tehdyt työt suoraan kouluun vietäviksi? (Vaikeustaso, materiaalit, välineet, tilat...)**

---

---

---

---

---

---

**Miten sinusta voi kemian opiskelusta saada innostavan ja motivoitun?**

---

---

---

---

---

---

**Mitä tutkimalla oppiminen tarkoittaa oppijan näkökulmasta?**

---

---

---

---

---

---

**Mikä on mielestäsi opettajan rooli tutkivassa opiskelussa?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mitä eroja on avoimella tehtävällä ja suljetulla tehtävällä? Voit pohtia sitä myös esimerkkien kautta.**

---

---

---

---

---

---

**Arvioi kemian koulutusta kokonaisuutena. Ruusuja ja risuja!**

---

---

---

---

---

---

**Liite 7. Kolmannen aallon 1. syklin aloituskirje ja alkukyselylomake**

Kevät 2007 Alkukysely kemia ja fysiikka

**Oma kemian ja fysiikan opiskelusi ja opettamisesi:**

1. a. Milloin viimeksi olet itse opiskellut kemiaa ja millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?
  - b. Millaisen tietopohjan kemiasta koet omaavasi tällä hetkellä?
  - c. Oletko opettanut kemiaa ja jos niin kenelle ja milloin?
  
2. a. Milloin viimeksi olet itse opiskellut fysiikkaa ja millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?
  - b. Millaisen tietopohjan fysiikasta koet omaavasi tällä hetkellä?
  - c. Oletko opettanut fysiikkaa ja jos niin kenelle ja milloin?

**Tutkimalla oppiminen ja opettaminen:**

1. Mitä tutkiva opettaminen sinulle tarkoittaa?
  
2. a. Millainen tutkimalla (tutkivan) oppimisen lähestymistapa mielestäsi soveltuu parhaiten kemian oppimiseen?
  - b. a. Millainen tutkimalla oppimisen lähestymistapa mielestäsi soveltuu parhaiten fysiikan oppimiseen?

**Opiskeluympäristö:**

1. Minkälaiset opetustilat mielestäsi parhaiten palvelisivat tutkimalla oppimista?

**Vielä muuta tärkeää:**

Mikä on akuutein ja tärkein asia, jonka erityisesti haluat koulutuksessa otettavan esille?

## Liite 8. Kolmannen aallon 2. syklin aloituskirje ja alkukyselylomake

Ympäristö- ja luonnontieto tutkimalla oppien ja opettaen

Fysiikka/Kemia

**Kevät2012**

**Alkukysely kemia ja fysiikka** Opiskelijan nimi:

Jotta me kouluttajat yhdessä teidän koulutukseen tulevien opiskelijoiden kanssa voisimme saada aikaan mahdollisimman monipuolisen ja oikeaan osuvan fysiikka/kemian kurssin, odotammekin, että käytät muutaman hetken aikaasi ja mietit, mitkä ovat sinun tavoitteesi FyKe - kurssille sekä kerrot mielellään ainakin seuraavista asioista:

**Taustatietoja omasta kemian ja fysiikan opiskelustasi ja opettamisestasi:**

1.a Milloin viimeksi olet itse opiskellut kemiaa ja millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?

b Mitkä asiat vaikuttavat muistikuvaan päälimmäisinä?

c Millaisen tietopohjan kemiasta koet omaavasi tällä hetkellä?

d Oletko opettanut kemiaa ja jos kyllä, niin kenelle ja milloin? Millaiselta kemian opettaminen tuntui?

2.a Milloin viimeksi olet itse opiskellut fysiikkaa ja millainen muistikuva sen opiskelusta sinulle on jäänyt?

b Mitkä asiat vaikuttavat muistikuvaan päälimmäisinä?

c Millaisen tietopohjan fysiikasta koet omaavasi tällä hetkellä?

d Oletko opettanut kemiaa ja jos kyllä, niin kenelle ja milloin? Millaiselta fysiikan opettaminen tuntui?

**Tutkimalla (tutkiva) oppiminen ja opettaminen**

3.a Mitä tutkiva (tutkimalla) oppiminen ja opettaminen omasta mielestäsi tarkoittaa?

b Onko sinulla omakohtaisia kokemuksia joko tutkimalla opiskelusta tai opettamisesta? Jos kyllä, niin kerro esimerkki

**Motivaatio ja innostuneisuus:**

4.a Mitä keinoja sinä käytät saadaksesi opiskelun innostavaksi ja oppilaat motivoituneiksi?

b Miksi juuri nämä keinot ovat hyviä?

**Opiskeluympäristö:**

5. a Mikä on käsityksesi ja kokemuksesi alakoulujen varustelutasosta (tilat, välineet, aineet, opetusmateriaalit...) ajatellen kemian ja fysiikan opiskelua?

b Minkälaiset opetustilat mielestäsi parhaiten palvelisivat tutkimalla oppimista?

**Liite 9. Kolmannen aallon 1 syklin koulutuksen arviointilomake**

LAIKO06 fyke koulutus keväällä 2007

Opiskelija: \_\_\_\_\_

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen

**Mitä tarkoittaa, että opettajan tehtävä on olla ohjaaja?**

---

---

---

---

**Mikä on (omaa työtään) tutkiva opettaja? Anna vähintään kolme olennaista piirrettä: 1)** \_\_\_\_\_

---

**2)** \_\_\_\_\_

---

**3)** \_\_\_\_\_

---

**Muuta** \_\_\_\_\_

---

**Mitä tutkimalla oppiminen tarkoittaa oppijan näkökulmasta?**

---

---

---

---

**Mitä eroja on avoimella tehtävällä ja suljetulla tehtävällä? Voit pohtia sitä myös esimerkkien kautta.**

---

---

---

---

**Ruusuja ja risuja fyke -osiossa ( 12 h kontaktiopetusta)**

---

---

---

Jatka>

**Liite 10. Kolmannen aallon 2. syklin koulutuksen arviointilomake**

LAIKO12 FyKe keväällä 2012

Nimi:

---

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen

**Mainitse muutama tehdyistä töistä, joita aiot käyttää työssäsi opettajana.**

---

---

---

---

**Miten luokassasi saat kemian/fysiikan opiskelusta innostavan ja motivoitun?**

---

---

---

---

**Kerro omista kokemuksista, mitä tutkimalla oppiminen tarkoittaa oppijan näkökulmasta? Millaisia uusia näkökulmia sinulle avautui ke/fy -kurssin aikana?**

---

---

---

---

**Kirjaa joitakin omakohtaisia havaintoja toimimisestasi tutkimuksellisen opiskelun ohjaajana FyKe –kurssin aikana.**

---

---

---

---

**Helmiä oppimispäiväkirjasi käytöstä kasvussa kohti tutkivaa opettajuutta.**

---

---

---

---

**Palautetta 12 tunnin fyke -kontaktiopetuksesta. Ruusuja ja risuja!**

---

---

---

Jatka&gt;

Liite 11. Ensimmäisen aallon 1. syklin toteutus, sisällöt ja aikataulut

Toteutus ja aikataulu

I jakso 9. – 10.4.2001, Chydenius-Instituutti

- kokeellista kemiaa luokahuoneessa
- demonstraatioita
- OPS:ien kartoitusta eri luokka-asteilla
- oma kehittämishanke alulle

II jakso 23.-24.4.2001, Ketekin laboratorio, Talonpojankatu 4

- laitteistojen ja kemikaalien käyttö
- laboratoriotyöskentelyä/kemialliset kokeet
- oman kehittämishankkeen työstäminen

III jakso 9.5.2001, Chydenius-Instituutti

- omien kehittämishankkeiden purku
- teollisuusvierailu

IV jakso 4.6.2001, Chydenius-Instituutti

- demonstraatioita
- kemian työkalupakkeihin tutustuminen

## Liite 12. Ensimmäisen aallon 1. syklin koulutusohjelma

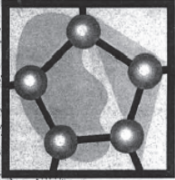

Jyväskylän yliopisto  
Chydenius-Instituutti  
Pitkänsillankatu 1-3  
67100 Kokkola

Puh. (06)8294 111  
Fax (06) 8294 202

<http://www.chydenius.fi/>

**Kemian tutkiva opettaminen  
ala- ja yläasteella 3 ov**

9.4. - 4.6.2001

### Koulutuksen tavoite on

- tarjota opettajille sellaisia kokeellisten opetusmenetelmien hallinnan taitoja, jotka edesauttavat kokeellisten sovellusten käyttämistä luonnontieteiden opetuksessa
- opetusmenetelmien monipuolistaminen
- tarjota uusia kokeellisia menetelmiä luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen
- saada kokeellinen opettaminen ja oppiminen luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista

### Kohderyhmä

Koulutus on tarkoitettu peruskoulun ala-asteen luokanopettajille ja yläasteen aineenopettajille.

### Koulutuksen laajuus, työmuodot ja sisältö

Koulutuksen laajuus on 3 opintoviikkoa ja se koostuu 6 lähiopetuspäivästä, kehittämishankkeesta ja teollisuusvierailusta. Koulutuksen aikana perehdytään luonnontieteellisen tutkimisen perusteisiin sekä aineen ja luonnonilmiöiden tutkimiseen.

Kouluttajina toimivat aineenopettaja, KM Maija-Liisa Rukajärvi-Saarela, ohjaava luokanopettaja Margetta Sarkkinen ja FM, tutkija Sirpa Roukala.

### Toteutus ja aikataulu

I jakso 9. - 10.4.2001, Chydenius-Instituutti

- kokeellista kemiaa luokahuoneessa
- demonstraatioita
- OPS:ien kartoitusta eri luokka-asteilla
- oma kehittämishanke alulle

II jakso 23.-24.4.2001, Ketekin laboratorio, Talonpojankatu 4

- laitteistojen ja kemikaalien käyttö
- laboratoriotyöskentelyä/kemialliset kokeet
- oman kehittämishankkeen työstäminen

III jakso 9.5.2001, Chydenius-Instituutti

- omien kehittämishankkeiden purku
- teollisuusvierailu

IV jakso 4.6.2001, Chydenius-Instituutti

- demonstraatioita
- kemian työkalupakkeihin tutustuminen

### Maksut

Koulutus on Opetushallituksen kustantama ja siten osallistujille maksuton. Mahdollisista matka- ja majoituskustannuksista opiskelijat vastaavat itse. Mikäli ilmoittautunut ei peruuta osallistumistaan vähintään viikkoa ennen koulutuksen alkamista tai keskeyttää opinnot maaliskuun aikana ilman perusteltua syytä, on Chydenius-Instituutilla oikeus periä järjestelykulua 500 mk.

### Lisätietoja ja ilmoittautuminen

Lisätietoja koulutuksesta antaa Terhi.Kniivilä-Kupila, puh. 06-8294 267, fax 06-8294 300, email: [terhi.kniivila-kupila@chydenius.fi](mailto:terhi.kniivila-kupila@chydenius.fi)

Koulutukseen voi ilmoittautua oheisella ilmoittautumislomakkeella tai yllä olevien yhteystietojen avulla maanantaihin **26.3.2001 mennessä**.



**Liite 13. Ensimmäisen aallon 1. syklin kehittämishanke**

**KEHITTÄMISHANKE / Kemian tutkiva opettaminen**

**TAVOITE:**

- Oman työn ja itsensä kehittäminen

**LÄHTÖKOHDAT:**

- Opetussuunnitelman sisällöistä löytyvä kemia
- Oman opetusryhmän tarpeet kemian näkökulmasta
- Omat kiinnostusalueet

**LAAJUUS:**

- Tarkoituksenmukainen prosessi: alku – kesto – loppu

**MITEN?**

- Tutustu OPS:iin
- Valitse kehittämishankkeen aihe
- Laadi suunnitelmarunko
  - Ajoitus / kesto
  - Ryhmä, jolle suunnittelet
  - Laajuus
- Laadi työohjeet/ tarvittavat välineet
- Toteuta
- Laadi työselostus, jonka esität ryhmälle sekä A4-moniste jakoon

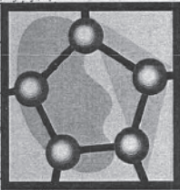
**ALOITUS:** 9.4.2001 aamupäivällä


**VALMISTELU** 24.4.2001 iltapäivällä

**PURKU** 9.5.2001 aamupäivällä kello 9.00 – 12.00

## Liite 14. Ensimmäisen aallon 2. syklin koulutusohjelma

Kemian tutkiva opettaminen  
peruskoulussa 3 ov  
10.12.2002 – kevät 2003  
Kokkola





JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
CHYDENIUS-INSTITUUTTI

Jyväskylän yliopisto  
Chydenius-Instituutti  
Pitkänsilankatu 1-3  
67100 Kokkola

Puh. (06)8294 111  
Fax (06) 8294 300

<http://www.chydenius.fi/>

### Koulutuksen tavoite on

- tarjota opettajille sellaisia opetusmenetelmien hallinnan taitoja, jotka edesauttavat kokeellisten sovellusten käyttämistä luonnontieteiden opetuksessa
- opetusmenetelmien monipuolistaminen
- tarjota uusia kokeellisia menetelmiä luonnontieteiden ja niihin liittyvien kemiallisten ilmiöiden opettamiseen
- saada kokeellinen opettaminen ja oppiminen luontevaksi osaksi kemian ja luonnontieteiden opettamista

### Kohderyhmä

Koulutus on tarkoitettu peruskoulun luokanopettajille ja aineenopettajille.

### Koulutuksen laajuus, työmuodot ja sisältö

Koulutuksen laajuus on 3 opintoviikkoa ja se koostuu 6 lähiopetuspäivästä, kehittämishankkeesta sekä teollisuusvierailusta. Koulutuksen aikana perehdytään luonnontieteellisen tutkimisen perusteisiin sekä aineen ja luonnonilmiöiden tutkimiseen.

Kouluttajina toimivat aineenopettaja, KM Maija Rukajärvi-Saarela ja ohjaava luokanopettaja Margetta Sarkkinen.

### Toteutus ja aikataulu

Koulutus toteutetaan Kokkolassa pääasiallisesti Chydenius-Instituutin tiloissa, os. Pitkänsilankatu 1-3.

Koulutuksen ensimmäinen lähitapaaminen on tiistaina 10.12.2002. Muut lähijaksot toteutetaan kevätlukaukudella 2003. Tarkka aikataulu ilmoitetaan myöhemmin.

### Koulutuksessa käsiteltävät aiheet

- kokeellinen tutkiminen ja oppiminen
- keittiökemiaa
- demonstraatioita
- kokeellista kemiaa luokkahuoneessa
- OPS:ien kartoitusta eri luokka-asteilla
- laitteistojen ja kemikaalien käyttö
- laboratoriotyöskentelyä/kemialliset kokeet
- teollisuusvierailu
- kemian työkalupakkeihin tutustuminen
- pienimuotoinen kehittämishanke

### Maksut

Koulutus on Opetushallituksen kustantama ja siten osallistujille maksuton. Mahdollisista matka- ja majoituskustannuksista opiskelijat vastaavat itse. Mikäli ilmoittautunut ei peruuta osallistumistaan vähintään viikkoa ennen koulutuksen alkamista tai keskeyttää opinnot maaliskuun aikana ilman perusteltua syytä, on Chydenius-Instituutilla oikeus periä järjestelykuluina 500 mk.

### Lisätietoja ja ilmoittautuminen

Lisätietoja koulutuksesta antaa Terhi Kniivilä-Kupila, puh. 06-8294 267, fax 06-8294 300, email: [terhi.kniivila-kupila@chydenius.fi](mailto:terhi.kniivila-kupila@chydenius.fi)

Koulutukseen voi ilmoittautua yllä olevien yhteystietojen avulla.

**Liite 15. Toisen aallon 1. syklin koulutusohjelma****Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla: koulutus-  
ta luokanopettajille – Undervisning i kemi i grundskolan**

07.02.2005 klo 8.30 - 15

**Koulutuksen ohjelma**

Ilmoittautuminen ja aamukahvit klo 8.30

Luento opetussuunnitelmasta käytäntöön: klo 9.00 – 9.45

Poimintoja opetussuunnitelmasta, esimerkkejä  
oppilastöistä

→ 10 harjoitustyötä laboratorioon

Työt 1 – 5 klo 10.00 – 11.30

Lounas klo 11.30 – 12.30

Työt 6 – 10 klo 12.30 – 14.30

Yhteenveto klo 14.30 -15.00

**Liite 16. Toisen aallon 1. syklin koulutuksen työlista**

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla: koulutusta luokanopettajille -  
Undervisning i kemi i grundskolan 07.02.2005

KPAMK Tekniikka Kokkola

**SOKERIN LIUKENEMINEN - LÖSNING AV SOCKRET**

**VEDENPUHDISTUS - VATTENRENGÖRING**

**HAPPOHYÖKKÄYS - XYLITOL OCH TÄNDERNA**

**YHTEYTTÄMINEN - FOTOSYNTES**

**KYLMÄ JA KUUMA VESI - KALLT OCH VARMT VATTEN**

**VESIKASVI - VATTENVÄXT**

**SITRUUNA JA APPELSIINI - CITRON OCH PELESIN**

**MITTAAMINEN JA PIPETOINTI - MÄTNING AV VÄTSKOR**

**DEMONSTRAATIO-KAKKU - DEMONSTRATIONS-KAKA**

**PUNAKAALI-INDIKAATTORI - RÖDKÅL - INDIKATOR**

**Experimentell undervisning av kemi och fysik för  
grundskolans lägre klasser: skolning för klasslärare  
(svensk- och finskspråkiga)**

Plats: Mellersta Österbottens yrkeshögskola, enheten för teknik  
Karleby

Tid: Onsdag 25.10.2006 kl 8.30–15

**Skolningens dagsprogram**

Anmälning och morgonmål	8.30
Information och indelning i grupper	9.00–9.30
Laborativt arbete	9.30–11.30
Lunch	11.30–12.30
Laborativt arbete	12.30–14.30
Sammandrag	14.30–15.00

Liite 18. Toisen aallon 2. syklin koulutuksen työlista

**Experimentell undervisning av kemi och fysik för grundskolornas lägre klasser: skolning för klasslärare (svensk- och finskspråkiga) 25.10.2006**

Mellersta Österbottens yrkeshögskola, enheten för teknik, Karleby

**LIUOS, SEOS JA LIUKENEMINEN – LÖSNING, BLANDNING OCH UPPLÖSNING**

**SUOLAN EROTTAMINEN HIEKASTA – SEPARERA SALT FRÅN SAND**

**PALAMISREAKTIO – FÖRBRÄNNINGSREAKTIONEN**

**KENEN LAPANEN ON LÄMPIMIN? – VEM HAR VARMASTE VANTEN?**

**KELLUUKO KANANMUNA? – FLYTER ÄGGET?**

**KUPERAN LINSSIN MUODOSTAMA KUVA – BILDEN SOM BILDAS I EN KONVEX LINS**

**OSAATKO SOITTAA UKKO NOOAA LIMSAPULLOLLA JA JUOMAPILLILLÄ? – KAN MAN SPELA GUBBEN NOA PÅ SUGRÖR OCH FLASKOR?**

**MIKROSKOOPIN KÄYTTÖ – ANVÄNDNING AV MIKROSKOP**

**Liite 19. Toisen aallon 3. syklin koulutusohjelma**

**Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla**

**Ajankohta:** 2.4 ja 17.4.2008

**Paikka:** Kalajoen lukio kemianluokka

**Aihe:** Kemian tutkiva opettaminen

**Koulutusohjelma:**

**1. päivä**

klo 11.30 Ilmoittautuminen ja kahvit

klo 12.15 – 13.00 Luento opetussuunnitelmasta käytäntöön: Poimintoja  
opetussuunnitelmasta, esimerkkejä oppilastöistä

klo 13.00 – 14.30 Työ 1 –

klo 14.30 – 15.00 Lounas

klo 15.00 – 17.00 Työ 2

klo 17.00 -18.00 Yhteenveto

**2. päivä**

Muutama oppilas opettajan mukana klo 13 jälkeen

klo 11.30 Ilmoittautuminen ja kahvit

klo 12.15 – 13.00 Luento: Tutkiva oppiminen, esimerkkejä oppilastöistä

klo 13.00 – 14.30 Työt 1 – 5

klo 14.30 – 15.00 Lounas

klo 15.00 – 17.00 Työt 6 – 10

klo 17.00 -18.00 Yhteenveto

**Materiaali:** Opettajat saavat mukaansa omalle koululle työohjeet ja työkalupakin, jossa on töihin tarvittavat työvälineet.

Liite 20. Toisen aallon 3. syklin koulutuksen työlista

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla

Kalajoki 2.4.–17.4.2006

Demot

**KUORITTU, RAAKA KANANMUNA**

**HAPAN-NEUTRAALI-EMÄS**

**SAMMUTIN**

Työpisteet

**KEMIALLISEN REAKTION NOPEUS – TULIVUORITYÖ**

**PUNAKAALI-INDIKAATTORIN VALMISTUS**

**TUTKIMUKSIA PUNAKAALIMEHUN AVULLA**

**LIUOS, SEOS JA LIUKENEMINEN**

**SUOLAN EROTTAMINEN HIEKASTA**

**VEDENPUHDISTUS**

**MONTAKO KERTAA HAPPAMAMPI APPELSIINI ON KUIN SIT-  
RUUNA?**

**HIILIDIOKSIDI-SAMMUTTIMEN VALMISTUS JA KÄYTTÖ**



**Liite 21. Kolmannen aallon 1. syklin koulutusohjelma**

Maalis- toukokuu 2007

Kemia/fysiikka/ laborointi ja demonstraatio  
(Kuuluu kokonaisuuteen: Tutkimalla oppiminen ja opettaminen)

12tuntia kontaktiopetusta

Opiskelijalta edellytetään aktiivista osallistumista seuraaviin **laborointikertoihin:**

1. kerta A/ 26.3.07 klo 8.15-9.45 KPAMK labra

B/ 26.3.07 klo 10.15-11.45 KPAMK labra

Orientointi kurssiin, laborointia ja Oma Demo -tehtävänanto

2. ja 3. kerta A/ 3.5 ja 4.5 klo 8.00-11.15 KPAMK labra

B/ 3.5 ja 4.5 klo 8.00-11.15 KPAMK labra

Näillä 2. ja 3. kerroilla tehdään laboratoriotöitä ja mukana ovat 5-luokkalaisia opettajansa kanssa klo 8.20 - 10.50. Laikolaiset saavat ohjausta työskentelyyn klo 8.00 - 8.20.

**Oma Demo:**

4.kerta A/ 22.5 klo 8.00-9.30 Varvi 148

B/ 22.5 klo 10.00-11.30 Varvi 148

Tälle 4. kerralle kukin pienryhmä tuo mukanaan suunnittelemansa ja videoidmansa demon. Opiskelijat huolehtivat myös, että tarvittava esitysvälineistö on paikalla. Kokoonnumme Yliopistokeskuksen tiloissa.

Demon kesto on 3-5 min ja sen aihe otetaan OPS:sta ja suunnataan alaluokkien oppilaille. Demon alussa tiivis selostus siitä, mille luokka-asteelle, mitä ja miksi tämä aihe on valittu.

Oppimistehtävät: Alkukartoitus

Demovideo

Päiväkirjan kirjoittaminen koko ajan

Loppukysely

**Kurssin suoritus perustuu aktiiviseen läsnäoloon kontaktiopetuksessa ja oppimistehtävien tekoon.**

## Liite 22. Kolmannen aallon 2. syklin ennakkotehtävä

Ennakkotehtävä FyKe 2012

### **FyKe -aineenhallintaa, joka tehdään oman työn osuutena**

1. Palauta mieleesi ja selvennä itsellesi alla olevan listan mukaiset käsitteet ja ilmiöt käyttäen apunasi esimerkiksi 5. ja 6. luokkien FyKe -oppikirjoja.
2. Mieti missä OPSin kohdassa ne esiintyvät ja millaisiin opetettaviin aihekokonaisuuksiin niitä voi liittää.
3. Aloita oma FyKe- oppimispäiväkirjasi kirjoittaminen kirjaamalla näitä asioita jo ennen ensimmäistä FyKe-tuntia.

### Käsitteet ja ilmiöt

aine

- olomuodot

- alkuaine (ja lisäksi ilmassa olevien alkuaineiden kemialliset merkit )

- aineen muuttuminen toiseksi aineeksi ( esim. palamisreaktio )

yhdiste

seos

liuos

kylläinen liuos

liuotin/ liukeneminen

erotusmenetelmät (suodatus, kiteytys, seulonta )

linssi (kupera, kovera )

valon taittuminen, valon eteneminen

massa

tiheys

virtapiiri

paristo, akku, dynamo

painovoima

kitka, vastus, liike

indikaattori

happo/happamuus

emäs/emäksisyys

neutraali/neutraloituminen

pH-arvo

kemiallinen reaktio

paristo

akku

sähköjohde

eriste

virtapiiri

sähkövirta

jännite

voltti

Esimerkkejä alakoulujen oppikirjasarjoista: Fysiikan ja kemian polku 5 ja 6 (EDITA),

Koulun fysiikka ja kemia 5 ja 6 (OTAVA), Pisara Fysiikka ja kemia 5 ja 6 (WSOY)

**Liite 23. Kolmannen aallon 2. syklin koulutusohjelma**

Huhti- kesäkuu 2012

Kemia/fysiikka/ laborointi ja demonstraatio

(Kuuluu kokonaisuuteen: Tutkimalla oppiminen ja opettaminen)

12 tuntia kontaktiopetusta

**Opiskelijalta edellytetään aktiivista osallistumista seuraaviin laborointikertoihin:****1. kerta A/ ti 24.4 klo 14.15 - 15.45 KPAMK labra****B/ ti 24.4 klo 16.15 - 17.45 KPAMK labra**

Orientointi kurssiin, laborointia ja Oma Demo -tehtävänanto

**2. ja 3. kerta B/ ti 22.5 ja ke 30.5 klo 8.00 - 11.15 KPAMK labra****A/ ke 23.5 ja to 31.5 klo 8.00 - 11.15 KPAMK labra**

Näillä 2. ja 3. kerroilla tehdään laboratoriotöitä ja mukana ovat 5.

luokkalaiset opettajiensa kanssa klo 8.15 - 10.50. Laikolaiset saavat

ohjausta työskentelyyn klo 8.00 - 8.15 ja loppukeskusteluun on varattu aika 10.50 - 11.15.

**4.kerta B / ti 12.6 klo 8.00 - 9.30 Yliopistokeskuksessa****A / ti 12.6 klo 10.00 -11.30 Yliopistokeskuksessa**

Tälle 4. kerralle kukin työpari (korkeintaan 2 opiskelijaa/ryhmä) tuo mukanaan suunnittelemansa ja videoimansa demon, joka on tallennettu joko muistitikulle tai yliopiston tiedoistoon. Opiskelijat huolehtivat myös, että tarvittava esitysvälineistö on Pauhassa.

Demon kesto on 3-5 min ja sen aihe otetaan OPS:sta ja suunnataan alaluokkien oppilaille. Demon alussa tiivis selostus siitä, mille luokka-asteelle, mitä ja miksi tämä aihe on valittu. Demon aiheenvalinnan perusteet ja tekemiseen liittyvä pohdinta kirjoitetaan oppimispäiväkirjaan.

**Oppimistehtävät:**

- Päiväkirjan kirjoittaminen koko ajan Tutkimalla oppimisen alla FeKe (valmis ke 13.6.12)
- Alkukartoitus (ennen kurssin alkua 23.4.12 mennessä)
- Käsitteet ja ilmiöt FyKessä lyhyesti oppimispäiväkirjaan (21.5.12 mennessä) Katso erillinen ohje.
- Demovideo ti 12.6.2012 Loppukysely ti 12.6.2012

**Kurssin suoritus perustuu aktiiviseen läsnäoloon kontaktiopetuksessa ja oppimistehtävien tekoon.**

**Liite 24. Kolmannen aallon 2. syklin koulutuksen työohjeet**

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla  
Maija Rukajärvi – Saarela ja Margetta Sarkkinen  
Kokkolan yliopistokeskus Chydenius  
2012

**SULJETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ  
KEMIALLISEN REAKTION NOPEUS**

**Tutkimustehtävä:** Millä tavalla liuoksen väkevyys vaikuttaa kahden aineen väliseen reaktionopeuteen

**Tutkittavat aineet:** ruokasooda ja eri väkevyisiä etikkahappoliuoksia (laimea, keskiväkevä ja väkevä)

**Tutustu** työohjeeseen lukemalla se kokonaan läpi huolella. Keskustele parisi kanssa ja tee oma henkilökohtainen hypoteesisi.

**Hypoteesi:**

---

---

**Koejärjestelyt** (sopikaa keskenänne tehtäväjaosta; jokainen tekee jotakin):

1. Hae tarvikepöydältä 3 kpl 10 ml keitinlasia, 1 kpl 10 ml mittalasi, pipetti ja muovisia teelusikoita sekä tussi.
2. Laita kaikki kolme keitinlasia työpöydällä olevan paperin päälle rinnakkain. Nimeä keitinlasit numeroin 1, 2 ja 3.
3. Hae opettajalta astia, jossa on ruokasoodaa.
4. Hae opettajalta mittalasilla (ota mukaan pipetti) laimeaa etikkahappoa 5 millilitraa ja kaada se keitinlasiin1.
5. Hae opettajalta mittalasilla keskiväkevää etikkahappoa 5 millilitraa ja kaada se keitinlasiin2.
6. Hae opettajalta mittalasilla väkevää etikkahappoa 5 millilitraa ja kaada se keitinlasiin3.
7. Lisää jokaiseen keitinlasiin 1 teelusikallinen ruokasoodaa.
8. Mitä havaitset? Keskustele parisi kanssa siitä, miten ilmiöt poikkeavat toisistaan.
9. Piirrä kuvat ja kerro sanoin ilmiöstä ja saamastasi tuloksesta. Vertaa tulosta tekemääsi hypoteesiin.
10. Johtopäätökset:

## OHJEISTETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ VIRTAA PIIRISSÄ

**Tutkimustehtävä:** Miten saan polttimon eli lampun syttymään?  
**Tutkimusvälineet:** johtimia, polttimo eli lamppu, paristo

### 1. Tutkimuksen tekeminen

1. Etsi laatikosta paristo. Tarkastele sitä ja piirrä siitä kuva. Merkitse kuvaan pariston navat.

**Paristo on jännitelähde. Litteän pariston jännite on 4,5 voltia.**

Pohdintatuokio ohjaajan kanssa.

2. Etsi laatikosta 2 johdinta, joiden päissä on metallileuat.

Kiinnitä toinen johdin pariston +-napaan.

Kiinnitä toinen johdin pariston – napaan.

Piirrä kuva.

**Johdin on valmistettu aineesta, joka johtaa sähköä.**

**Johtimen päällä on muovia, joka ei johda sähköä.**

**Muovi on eriste.**

Pohdintatuokio ohjaajan kanssa

3. Etsi laatikosta polttimo eli lamppu. Polttimo muuttaa sähkövirran valoksi.

Mieti miten se tapahtuu ja tee hypoteesi:

4. Tee koe ja piirrä kuva.

**Kun lamppu palaa, virtapiiri on suljettu. Sähkö kulkee johtimia pitkin suljetussa virtapiirissä. Virtapiiri muodostuu paristosta, johtimista ja lampusta.**

Pohdintatuokio ohjaajan kanssa

### 2. Käytä välineinä paristoa, polttimoa ja yhtä johdinta. Syttyykö polttimoon valo?

Hypoteesi ja perustelu: \_\_\_\_\_

Tee koe.

Piirrä kuva kokeesta.

Tee johtopäätökset ja pohdi asiaa.

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla  
 Maija Rukajärvi – Saarela ja Margetta Sarkkinen  
 Kokkolan yliopistokeskus Chydenius  
 2012

## **AVOIN TUTKIMUSTEHTÄVÄ**

### **TUTKI HEILURIA**

Heilureita käytetään mm. seinäkelloissa. Ne heiluvat edestakaisin määränopeudella ja liikkuvat kellon koneistoa tasaisella vauhdilla. Joskus seinäkello ei "pysy ajassa", se joko edistää tai jätättää.

Tutki mitä heiluriliikkeelle tapahtuu, kun toisaalta heilurin varren pituutta ja toisaalta heilurin massan suuruutta muutetaan. Suunnittele itse tutkimus. Voit käyttää vertilevää tutkimusta. Tutki ensin yhtä muuttujaa ja sitten toista.

Tarkkaile heiluriliikettä kahden edestakaisen heilahduksen ajan kummassakin tapauksessa.

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla  
 Maija Rukajärvi – Saarela ja Margetta Sarkkinen  
 Kokkolan yliopistokeskus Chydenius  
 2012

## **AVOIN TUTKIMUSTEHTÄVÄ**

### **SUOLAN EROTTAMINEN HIEKASTA**

Laivakokki rallatteli iloisesti kohti kalastajaa, jolta hänen oli tapana käydä hakemassa juuri perattua, tuoretta kalaa. Tänään kokki oli jopa ottanut suolaastian mukaansa, jotta hän pystyisi saman tien jo rannassa ripottelemaan suolaa kalaan, ettei se menisi pilalle; olihan lämmin ilta.

Päästyään kalastajan luo laivakokki huomasi harmikseen, että hänen suolarasiansa kansi oli matkalla auennut ja suolat olivat valuneet rantahiekan joukkoon. Mitä nyt neuvoksi? Kapteeni ei kyllä kalaa ilman suolaa söisi, eikä uutta suolaa ollut mistään siihen hätään saatavissa.

Sinun tehtäväsi on auttaa kokkia saamaan suola erotetuksi hiekasta, kun laivan keittiössä on käytettävissäsi hella, tavanomaiset keittoastiat ja tietysti vettä.

Kirjoita työsuunnitelma työvihkoosi ja toteuta se työparisi kanssa luokasta löytyvien välineiden avulla.

Lopuksi arvioi saamaasi tulosta.

## OHJEISTETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ TUTKIMUKSEN AIHE PALAMISREAKTIO

Palaminen on kemiallinen reaktio. Kemiallisessa reaktiossa aineet reagoivat keskenään ja syntyy uutta ainetta. Palamisessa HAPPI ja PALAVA AINE reagoivat keskenään.

### TUTKIMUSOSA 1. Ilman kaasut palamisessa

Happea on ilmassa noin 21 %. Loput ilmasta on typpeä ( 78 % ) ja muita kaasuja ( hiilidioksidia, argonia, vetyä jne. ) Ilman merkitystä palamiselle voidaan tutkia seuraavan laboratorion avulla

- **Oma tutkimuksesi**

Hae tarvikepöydältä kolme erikokoista keitinlasia ja kolme tuikkukynttilää ja kolme kaakelialustaa.

Aseta kynttilät kaakelien päälle turvallisen välimatkan päähän toisistaan ja sytytä kynttilät palamaan.

Tee ennuste eli hypoteesi siitä, mitä tapahtuu, kun peität tuikut erikokoisilla keitinlaseilla ja kirjoita hypoteesi:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Peitä sitten tuikkukynttilät yhtä aikaa erikokoisilla keitinlaseilla. Voit käyttää kelloa ajanottoon halutessasi.

Tutki ja tee havaintoja sekä kirjoita ne ylös: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tee havaintojesi perusteella johtopäätös, joka on sinun tutkimustuloksesi ja selitä miksi kävi näin. Vertaa tulostasi myös tekemäsi hypoteesiin:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## TUTKIMUSOSA 2. Kynttilässä olevat raaka-aineet ja niistä syntyvät palamistuotteet

Kynttilän raaka-aine on steariinia, joka sisältää kolmea alkuainetta: hiiltä \_\_\_\_\_, happea \_\_\_\_\_ ja vetyä \_\_\_\_\_. (Merkitse alkuaineiden kemialliset merkit.)

Kynttilän palaessa lähinnä liekkiä oleva steariini sulaa ja muuttuu nestemäiseksi. Neste imeytyy kynttilän sydänlankaan ja kaasuuntuu lämmön vaikutuksesta. Steariinikaasussa oleva hiili antaa palaessaan liekille keltaisen värin.

- **Oma tutkimuksesi**

### Mitä kynttilä sisältää?

Hae tarvikepöydältä vielä kellolasi, teevati tai kahvikuppi. Sytytä jälleen yksi työpöydällä oleva tuikku.

Tee hypoteesi siitä, mitä tapahtuu, kun pidät puhdasta ja kuivaa kellolasia, teevatia tai kuppia hetken aikaa liekin yläpuolella hyvin lähellä liekkiä.

---

Suorita koe, eli pidä kellolasia tai teevatia pyykkipojalla tai kahvikuppia rivasta hetken aikaa liekin yläpuolella hyvin lähellä liekkiä.

Tutki ja tee havaintoja sekä kirjoita ne ylös:

---



---

Tee havaintojesi perusteella johtopäätös, joka on sinun tutkimustuloksesi ja selitä miksi kävi näin. Vertaa tulostasi myös tekemäsi hypoteesiin:

---



---



---



**JATKOTUTKIMUS: Mitä palamistuotetta syntyy?**

Sytytä yksi tuikuista.

Tee hypoteesi eli ennuste siitä, mitä tapahtuu, kun pidät ison keitinlasin tuikun yllä niin että ilmaa pääsee lasin alta.

---

---

---

---

---

Suorita koe, eli pidä iso keitinlasi palavan tuikun yläpuolella. (Tee havainnot nopeasti ennen kuin keitinlasi kuumenee!)

Tee havainnot ja kirjoita ne ylös:

---

---

---

---

---

Tee havaintojesi perusteella johtopäätös, joka on sinun tutkimustuloksesi ja selitä miksi kävi näin. Vertaa tulostasi myös tekemääsi hypoteesiin:

---

---

---

---

---

**Mitä alkuaineita voit siis päätellä saamiesi tulosten perusteella kynttilässä olevan?**

---

---

---

---

---

**Lopuksi pohtikaa asiaa yhdessä opettajan kanssa**

## **Opettajan oma**

### **Tuli on hyvä renki, mutta huono isäntä**

Palaminen on kemiallinen reaktio. Kemiallisessa reaktiossa aineet reagoivat keskenään ja syntyy uutta ainetta. Palamisessa HAPPI ja PALAVA AINE reagoivat keskenään ja syntyy oksidia.

Steariini sisältää kolmea alkuainetta eli hiiltä, happea ja vetyä. Palamista varten happi kuitenkin pääasiassa otetaan ilmasta. Hiili palaessaan muodostaa hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ) ja vety muodostaa vettä ( $\text{H}_2\text{O}$ )

#### **Mihin sammuttaminen perustuu?**

Siis mitä edellytyksiä tulee olla, että aine palaa?

- riittävä lämpö
- palava aine
- happi
- syttymiseen tarvittava kipinä

Hiilidioksidi on ihmiselle haitallista silloin, kun sitä on sisäinhengitysilmassa paljon ja se syrjäyttää hapen. Hiilidioksidihan on palamisen lopputuote eikä se siis voi luovuttaa happeaan palamisreaktiossa. Hiilidioksidista on myös muistettava, että se on ilmaa raskaampaa kaasua.

*Hiilidioksidilla sammuttaminen perustuu siihen, että vapautuva kaasumainen hiilidioksidi syrjäyttää palamisessa tarvittavan hapen. Hiilidioksidisammutin on tarkoitettu lähinnä sähkö- ja elektroniikkapalojen sammuttamiseen. Se on yleinen teollisuuden käytössä, eikä sitä suositella kotitalouskäyttöön.*

Käsisammuttimet ovat useimmiten jauhesammuttimia, joissa hiilidioksidi toimii vain ponneaineena. Jauhesammuttimen toiminta perustuu palon tukahduttamiseen, siis hapen saannin estämiseen. Vaikka puhekielessä usein puhutaankin "vaahtosammuttimista", niitä on yleensä vain palolaitoksen käytössä suurten tulipalojen sammuttamiseen tarkoitettuina vaahtotykkeinä.

Lisäksi vedellä alennetaan lämpötilaa  
Raivaamalla estetään tulipalon leviämistä

## **SULJETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ KELLUUKO KANANMUNA?**

Välineet: keitetty kananmuna, iso lasipurkki tai keitinlasi, lasisauva tai lusikka

Aineet: suolaa, vettä

### **Jääkö keitetty kananmuna kellumaan veteen?**

Hypoteesi ja perustelu: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Tee koe. Kaada lasipurkki puolilleen haaleaa vettä ja yritä laittaa kananmuna varovasti kellumaan.

Havainnot: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Kumman tiheys on suurempi kananmunan vai veden? \_\_\_\_\_

### **Jääkö kananmuna kellumaan suolaveteen?**

Hypoteesi ja perustelu: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Tee koe uudelleen lisäämällä ensin veteen suolaa niin paljon kuin sinne sitä liukenee. Liukenematon suola jää purkin pohjalle.

Havainnot:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tulos ja johtopäätökset molemmista kokeista: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

TIHEYS= MASSA/TILAVUUS  
KYLLÄINEN LIUOS

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla  
 Maija Rukajärvi – Saarela ja Margetta Sarkkinen  
 Kokkolan yliopistokeskus Chydenius 2012

Tutkijapari: \_\_\_\_\_

**SULJETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ**

## **KUPERAN LINSSIN MUODOSTAMA KUVA**

Välineet: kupera linssi (tai suurennuslasi), kynttilä, (sinitarraa suurennuslasin kiinnittämiseen), taustaksi valkoinen laatikko tai jäykkä paperi (seinä)

Huom! Koe tehdään pimeässä tilassa

Laita suurentava linssi telineeseen.

Aseta sytytetty kynttilä suurennuslasin toiselle puolelle pienen matkan päähän. Tarkista, että liekki on samalla korkeudella linsin kanssa.

Etsi muodostuva kynttilän kuva laatikon/valkoisen paperin avulla linsin toiselta puolelta. Siirrä paperia/laatikkoa niin, että saat kuvasta terävän.

Havainnot ja perustelut:

---



---



---



---

Kokeile kuvan muodostumista eri etäisyyksiltä siirtämällä kynttilää ja kirjaa havaintosi. (Muista, että kuva pitää saada selväksi)

Havainnot:

---



---



---



---



---



---

Kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla

Tutkijapari: \_\_\_\_\_

**OHJEISTETTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ  
TUTKIMUKSEN AIHE  
LIUOS, SEOS JA LIUKENEMINEN**

Kasvit, eläimet kuten myös ihmiset tarvitsevat kasvaakseen erilaisia ravintoaineita. Kasvit saavat ravinteet maaperästä, eläimet ja ihmiset syömästään ruoasta. Jotta ravinteet voisivat siirtyä kasviin maaperästä, täytyy niiden liueta veteen. Vastaavasti eläinten ja ihmisten ruoasta liukenee ravintoaineita ruoansulatuksen aikana esim. mahahappoon.

Tutkitaan lähemmin liukenemistapahtumaa

**TUTKIMUS 1.**

Seuraa opettajan tekemää demoa: Keitinlasi täytetään puolilleen vedellä. Tee ennuste eli hypoteesi siitä, mitä tapahtuu, kun veteen pudotetaan **pieni pala punajuurta**.

*Kirjoita hypoteesi:* \_\_\_\_\_

---

Pala pudotetaan veteen, keitinlasi asetetaan pöydälle eikä sitä sekoiteta lainkaan. Tarkkaile tapahtumaa noin puoli minuuttia

*Kirjoita havaintosi:* \_\_\_\_\_

---

**- Jätä sitten keitinlasi pöydälle odottamaan, äläkä sekoita liuosta. (Palaan asiaan tunnin lopussa TUTKIMUS 3a:ssa)**

**A. Liukeneeko?****TUTKIMUS 2a.**

Hae kaksi lusikkaa ja kaksi keitinlasia ja merkitse käyttäen maalarinteippiä ja tussia niihin kirjaimet A ja B.

Täytä molemmat keitinlasit puolilleen saman lämpöisellä vedellä. Tee jälleen ensin ennuste eli hypoteesi siitä, mitä tapahtuu, kun lisäät keitinlasiin A lusikallinen ruokasuolaa (NaCl) lusikalla A ja keitinlasiin B lisäät lusikallisen kalkkia lusikalla B.

*Hypoteesi tapahtumasta lasissa A:* \_\_\_\_\_

*Hypoteesi tapahtumasta lasissa B:* \_\_\_\_\_

Suorita suolan lisääminen lasiin A ja kalkin lisääminen lasiin B. Sekoita molempia astioita huolellisesti omilla lusikoillaan.

Kirjoita vastauksesi välittömästi sekoittamisen jälkeen:

**Miltä seokset näyttävät?**

a) keitinlasissa A (ruokasuola + vesi):

---

b) keitinlasissa B (kalkki + vesi)

---

**Jätä keitinlasit pöydälle jatkotutkimuksia varten, äläkä sekoita niitä enää.**

Veden ja suolan seosta kutsutaan homogeeniseksi liuokseksi. Kalkin ja veden seos ei kuulu näihin.

a) Mikä silmin havaittava ominaisuus homogeenisella liuoksilla on?

---

b) Voiko pelkän näköhavainnon perusteella päätellä, onko veteen liuennut jotakin ainetta?

---

c) Miten voisit tällä kertaa todeta, että astiassa on liuenneena suolaa? (Et kuitenkaan saa maistaa!)

---

**Veteen helposti liukenevien aineiden joukossa on myös myrkyllisiä aineita ja sen vuoksi tuntemattomia aineita tutkittaessa ei käytetä apuna maistamista!**

Tarkkaile vielä keitinlasissa B olevaa kalkin ja veden muodostamaa seosta.

**Mitä huomaat kalkille tapahtuvan, kun sekoitus on lopetettu?**

---

Arvioi, onko kalkkia liuennut veteen ja kirjoita hypoteesisi eli arviosi:

---

**Huom! Tälläkään kertaa et voi edes ajatella maistamista tutkiaksesi onko kalkkia liuennut!**

**TUTKIMUS 2b.**

Kemiassa käytetään erilaisia kemiallisia kokeita tutkittaessa aineita ja niinpä tällä kerralla tutkitaan kalkin mahdollista liukenemista **indikaattori-**nimisellä aineella. Indikaattorina on fenoliftaleiini, joka vaihtaa väriä punaiseksi, kun se joutuu emäksiseen liuokseen ja on väritön, kun se joutuu happamaan liuokseen. Neutraalissa liuoksessa se on myös väritön. (Mitä tarkoittaa hapan aine ja emäksinen aine?)

Kirjoita hypoteesi siitä, mitä tapahtuu, kun opettaja tiputtaa pipetillä pari tippaa indikaattoria puhtaaseen veteen.

*Hypoteesi:*

**Seuraa tarkkaan, mitä opettajan tekemässä kokeessa todella tapahtuu. Mitä havaitset?** Vertaa omaan hypoteesiisi ja anna selitys sille, mistä on kyse:

---



---

Hae indikaattoriliuosta ja tipauta **pari tippaa** sitä kalkkivesi -seokseen, jota sinulla on keitinlasissa B.

**Mitä havaitsen?** \_\_\_\_\_

---

*Onko kalkkivesi hapan, neutraali vai emäksinen?* \_\_\_\_\_

**Mitä voit tämän havaintosi perusteella päätellä kalkin liukenemisestä veteen?** \_\_\_\_\_

---

Monet maaperän kivennäisaineista, jotka toimivat kasvien ravintoaineina, ovat veteen vain niukasti liukenevia; kalkki on siitä hyvä esimerkki. Ravinteiden hidas liukeneminen on kasveille hyödyksi, sillä ravinteita riittää pidemmäksi aikaa, eivätkä kasvit kuole liian vahvaan ravintoainemäärään. Maaperästä liukenee ravintoaineita ja multa köyhtyy, jos kasvualusta ei uusiudu. Siksi huone- ja puutarhakasveille lisätään multaan lannoitteita ja kalkkia, jotka ovat joko kiinteitä jauheita tai valmiiksi veteen liuotettuja kivennäissuoloja. Kalkin tehtävä on vähentää mullan happamuutta.

### **B Mikä edistää liukenemistä?**

TUTKIMUS 3a.

Palaa nyt tarkastelemaan vettä, johon oli pudotettu pala punajuurta.

**Mitä havaitset keitinlasissa tapahtuneen?** \_\_\_\_\_

---

Vettä ei ole sekoitettu, mutta siitä huolimatta liukenemista on tapahtunut. Tämä osoittaa sen, että vedessä tapahtuu hiukkasten liikettä koko ajan ja ne kuljettavat liukenevaa aineita mukanaan. Liukenemista tapahtuu siis ilman sekoittamistakin.

Sekoita lusikalla liuosta.  
**Mitä huomaat?**

Kun laitat teehen tai kahviin sokeria, *miksi sekoitat lusikalla?*

### **TUTKIMUS 3b.**

Pese kaksi käytössäsi ollutta keitinlasia ja kaksi lusikkaa. Ota toiseen keitinlasiin niin kylmää vettä kuin hanasta saadaan tulemaan ja toiseen niin kuumaa kuin mahdollista.

Lisää kumpaankin keitinlasiin kaksi lusikallista ruokasuolaa ja sekoita molempia.

**Kummassa keitinlasissa suola liukenee nopeammin?**

**Mitkä kaksi tekijää tutkimuksiesi 3a ja 3b mukaan siis nopeuttavat aineen liukenemista?**

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

Seos syntyy, kun kahta tai useampaa ainetta sekoitetaan keskenään. Jos seoksesta ei voida nähdä eri aineita erillään, sitä kutsutaan homogeeniseksi liuokseksi.

Päättele tutkimuksesi pohjalta, milloin puutarhan kalkitseminen on parasta tehdä? Perustelee

---

---

---



## TUTKIMUKSIA PUNAKAALIMEHUN AVULLA

### Voiko punakaalista tehdä indikaattorin?

(vaihtoehtoisesti mustikasta, puolukasta, mansikasta tms)

Tarvikkeet: punakaalia, veitsi ja leikkuualusta  
 etikkahappoa =etikkaa  
 (kiehuvan) kuumaa vettä  
 kulho tai muu astia  
 siivilä, sakset, suodatinpaperia  
 Lisäksi jokaista oppilasryhmää kohden  
 3 keitinlasia ( tai purkkia, kertakäyttölaseja )  
 1 teelusikka  
 1 ruokalusikka  
 1 pipetti

#### I. Osa Indikaattorin valmistus

1. Pilko punakaali leikkuualustan päällä ohueksi silpuksi
2. Pane punakaalisilppua astiaan, kaada sen päälle kuumaa vettä ja anna hetken imeytyä. Anna kiehua n. 10 min. Vesi tulee violetiksi (jos teet marjoista, käytä mehu sellaisenaan).
3. Siivilöi violetti liuos, joka on valmista punakaali - indikaattori -liuosta

#### II. Osa Indikaattorin käyttö happamuuden testaukseen

##### A. Indikaattoripaperin käyttö testauksissa

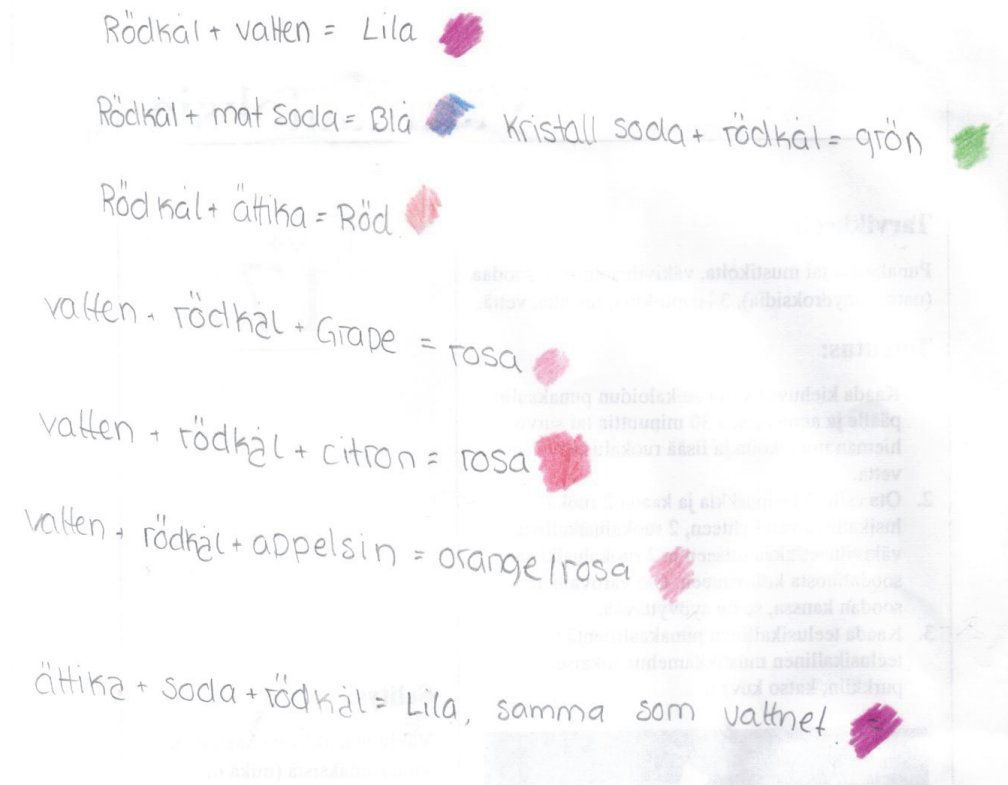
##### A1: Indikaattoripaperin valmistaminen

Kasta suodatinpaperia kaalimehuun. Suodatinpaperin saat helposti kahvinkeittimen suodatinpussista. Anna kastetun paperin kuivua. Kuivattamisessa voit käyttää tukankuivaajaa.

##### A2. Indikaattorikiekon tai liuskan valmistus

Leikkaa kuivuneesta paperista kiekkoja tai liuskoja.

Jos teet kiekon, sitä voit käyttää pH-arvojen vertailuissa. Tätä vertailukiekkoa varten tiputa kiekolle pisara liuosta, jonka pH tiedetään (katso pakkauksesta). Kirjoita pH pisaran viereen. pH-arvoina voi olla esim. pH 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12 .



## B. Indikaattoriliuoksen käyttö happamuuden testaukseen

### Opettajan osa

1. Mittaa 2 rkl vettä yhteen lasiin, 2 rkl etikkaa toiseen ja 2 rkl soodaliuosta kolmanteen lasiin.
3. Lisää 1 tl punakaalimehua jokaiseen lasiin
4. Kirjaa tulokset

Tietoisku: Etikka on hapan aine ja kristallisooda emäksinen ("happaman vastakohta") Punakaali on indikaattoriaine, joka muuttuu punaiseksi happamassa liuoksessa ja vihreäksi emäksisessä.

### Jatkotutkimuksia

Entäpä jos sekoitetaan etikka - ja kristallisoodaliuosta ja kokeillaan sen väriä punakaali-indikaattorilla? (Täältä päästään käsitteeseen neutraloituminen ja erilaisten aineiden hävittämiseen!)

Minkä värin punakaali-indikaattori antaa eri aineiden vesiliuoksille esim. sitruunamehulle, appelsiinimehulle, ruokasoodaliuokselle?

Voiko esim. punajuurimehua tai porkkanamehua käyttää indikaattorina?

## Oppilaan osa

### OHJATTU TUTKIMUSTEHTÄVÄ

## Tutkimuksia punakaalimehun avulla

### Indikaattoripaperin käyttö happamuuden testaukseen

Punakaalimehua voi käyttää indikaattorina tutkittaessa aineiden happamuutta tai emäksisyyttä. Voit käyttää mehua sellaisenaan tai valmistaa sen avulla ns. pH-paperia ja testata sen avulla aineita. Tällä kerralla käytämme pH –paperia.

#### Onko liuos hapan, emäksinen vai neutraali?

1. Tiputa pipetillä pisara tutkittavaa liuosta punakaali-indikaattoripaperiliuskalle.
2. Etsi pH-paperin väriä vastaava pH-arvo käyttäen allaolevaa taulukkoa

	paperin väri testin jälkeen (Väritä)	happo,emäs,neutraali	arvio pH
vesijohtovesi			
7-UP			
etikka			
astianpesuaine/ siivousaine			
veteen liuotettu konetiskiaine			
veteen liuotettu pyykinpesuaine			

**VÄRI** punainen vaal.punainen sininen vihreä keltainen  
 (väritä)

**pH** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14  
 -----hapan ----- neutraali ----- emäksinen -----