



LUMAT

General Issue
Vol 4 No 2 (2016)

Developing a Collaborative Model in Teacher Education – An Overview of a Teacher Professional Development Project

Anttoni Kervinen, Anna Uitto, Arja Kaasinen, Päivi Portaankorva-Koivisto, Kalle Juuti & Merike Kesler
University of Helsinki, Department of Teacher Education

Abstract The article discusses the development of an educational model intended to support teachers' professional development in science education. In this research and development project, LumaLähetit, pre-service teachers, in-service teachers, and teacher educators formed teams to collaboratively plan teaching and produce material for inquiry-based and integrative science instruction in primary schools. The results are based on three design cycles of the model. Thus far, ten schools, 24 in-service teachers, 30 pre-service teachers, and 560 pupils have participated. The results, which are based on the qualitative content analysis of participants' open answers to a questionnaire, indicate that the developed collaborative model for science education supported pre-service teachers and in-service teachers' professional development in many ways. Several processes mediating the embodiment of the designed model were identified, especially during the second or third design cycles. Participants reflected on theory and practice. They experienced increased knowledge about inquiry and integrative approaches, collaborated in teams to some extent, and found this to be supportive during the project. Also, pre-service teachers appreciated the opportunity to teach in the schools. In general, careful goal setting, collaboration between the participants, and guidance by teacher educators during the initiation of the project were found to be crucial to the further success of the project. The results highlight a need for further research in order to better meet to the challenges of team teaching, inquiry-based instruction, and integrative teaching. The designed model was developed between the cycles and must be further developed in the future, especially in terms of supporting collaboration and clarifying theoretical concepts during the project.

Keywords: teacher professional development, team teaching, inquiry approach, integrative approach, science education

1 Introduction

In research-based theories of teacher education, research methodologies and practice are important parts of pre-service teacher preparation programs in Finland (Kansanen, 2006; Jyrhämä et al., 2008). In this approach, a major subject, methodological studies, and a relationship with the reality of school are emphasized. The aim is for pre-service teachers to obtain professional insights into education from several perspectives, including educational psychology and sociology, curriculum theories, assessment, special-needs education, and pedagogical content knowledge in selected subject areas (Sahlberg, 2011). According to the study of Jyrhämä, Kynäslähti, and Krokfors et al. (2008), pre-service teachers appreciate the research-based approach being used as the main organising theme of teacher education. The students' experienced that the research-based approach was realized to an especial degree in subject didactics, which included studies of pedagogical content knowledge for the school subjects taught in elementary school. However, the students' experienced that the research-based approach was not realized to as great a degree in practicums as in studies of subject didactics (Jyrhämä et al., 2008). Thus, combining educational theory and practice to a greater degree is needed in teacher education.

The research-based approach to teacher education is becoming even more challenging because the renewed core curriculum for basic education (Finnish National Board of Education, FNBE, 2014) emphasises, for instance, integrative, phenomenon-based, and project-based teaching. The goals of the curriculum require teachers to be able to apply research-based methodologies in practice. However, subject-divided courses within the university may make it difficult for pre-service teachers to form the coherent integrative views needed for integrative science teaching. Also, adapting an inquiry approach in science teaching can be difficult for many pre-service teachers because their own experiences of non-inquiry-based science learning have a major impact on their expectations of and approaches to learning to teach (see Loughran, 2014). Collaboration is a key component of teacher education in that it helps students to learn about successful teaching, as well as acquiring team teaching abilities (Wallace, 2003). Also, the new approaches emphasised in the renewed curriculum require teachers to plan, implement, and evaluate teaching together.

In sum, there is need for the researching and development of team teaching, inquiry-based, and integrative approaches within teacher education. In the education program for class teachers at the University of Helsinki, there are 15 ECTS for compulsory studies in science and environmental education. These studies include three courses: Biology and geography, Physics and chemistry, and Health education and discipline-based curriculum integration. Each of these is comprised of the basic didactics of various subjects. However, only the relatively brief focus on integrative unity allows students to learn how to implement integrative teaching and learning.

To promote the goals of teacher education and teaching in schools, both pre-service and in-service teachers' professional development must be considered. In order to be successful, *Teacher Professional Development Programs* (PDPs) must acknowledge that professional learning involves complex and iterative interactions between the teacher, the school, and the learning activity (Opfer & Pedder, 2011). When developing PDPs, it is thus important that developers recognise teachers as active agents who are responsible for their own professional development (Luft & Hewson, 2014; Wilson & Berne, 1999; Juuti et al., 2016). Juuti, Lavonen, and Meisalo (2016) propose using the framework of pragmatism to help researchers design educational innovations that take into account the challenges of adopting the innovations created by teachers in PDPs. According to the multinational Teacher and Learning International Survey (TALIS) (OECD, 2016), supporting teachers in their professional development is positively associated with their self-efficacy, as well as their satisfaction with their current work environments and the teaching profession. In particular, supporting peer networks and collaboration and providing opportunities to apply their learning to classroom practise are found to be important for teachers' professional development.

In this article, we describe a model for a professional development program for both students in teacher education (referred to as pre-service teachers in this paper) and in-service teachers. The goals of the professional development model are to promote an inquiry approach in science teaching, an integrative approach in science education, and team teaching. Our research question is as follows: According to pre-service teachers, in-service teachers, and teacher educators, how does the pedagogical model designed in this study support teachers' professional development in inquiry- integrative, and team teaching approaches in science teaching?

1.1 Inquiry approach

It is agreed that science education should involve an inquiry approach and scientific practices in order to promote students' scientific understanding and critical thinking (e.g., Crawford, 2014; Osborne, 2014; Furtak et al., 2012; Bransford et al., 2000, 25). By engaging students in scientific practises, such as asking questions, carrying out investigations, analysing data, and constructing and evaluating explanations, it is possible to promote students' procedural and epistemic knowledge, as well as their interest in science (Osborne, 2014). An inquiry approach is emphasized in the renewed curriculum for basic education (FNBE, 2014), especially in *Environmental Studies* (f. Ympäristöoppi) for the grades one to six.

Researchers have claimed that inquiry approach helps in promoting students' interest in science (Crawford, 2014), promoting an understanding of how science is done and what scientific knowledge is like (Minner et al., 2010), and encouraging the ability to make decisions related to controversial societal problems (e.g., Duschl et al., 2007; Sadler et al., 2007). Previous studies provide ample evidence that inquiry-based science teaching can

have positive impacts on students' learning of scientific concepts and understanding of the nature of scientific inquiry (see reviews in Minner et al., 2010; Crawford 2014). In Finland, based on a large amount of follow-up data on Finnish grade nine students, Uitto and Kärnä (2014) found that at the school level, teaching methods emphasizing an inquiry approach that is correlated strongly with students' performance in biology and positive attitudes toward biology as a school subject when the analysis was carried out using school-specific averages from a survey carried out in 97 schools.

Despite many arguments supporting inquiry approaches in science instruction, there have also been critical views. Kirschner et al. (2006) suggest that inquiry-based instruction that depends on students' self-guided discovery and minimal or non-existent instruction is not efficient and may lead to misconceptions. Also, Mayer (2004) questions "pure inquiry" in science classes and underlines the need for more empirical evidence when evaluating various teaching methods. Crawford (2014) emphasizes that even if the inquiry-based approach is regarded as beneficial by most researchers, more studies are needed that concentrate on the actual classroom activities used during inquiry-based instruction.

As in Crawford's (2014) definition, we consider the active role of students to be the key component of inquiry approaches. Student activities can be manifested in various ways: creating research questions, making hypotheses, carrying out investigations, interpreting and evaluating data, and making arguments. Only one aspect of the inquiry approach can be emphasised at a time, and it is not necessary and not always even possible to include every aspect in a short teaching sequence (cf. Osborne, 2014). The type of the inquiry can be confirmation-based, structured, guided, or open (see, for instance, Banchi & Bell, 2008). The use of inquiry approaches is not easily transferred into classroom activities. They can be promoted by providing teachers with multiple examples of inquiry activities, supporting them in planning long-term units, and providing opportunities for reflection on emerging practices (Crawford, 2004).

1.2 Integrative approach

In Finland, *Environmental studies* is an integrated subject group composed of biology, geography, chemistry, physics, and health education in the grades one to six (FNBE, 2014). Integrative science teaching is commonly argued for by stating that real-world phenomena are integrated in nature and that interdisciplinary learning contexts are thus authentic (Petrie, 1992). Czerniak and Johnson (2014) review empirical evidence of increased student knowledge and affective gains in integrated science and mathematics teaching as compared to traditional instruction.

According to the review of Gresnigt, Taconis, van Keulen, Gravemeijer, and Baartmand (2014), educators should recognize the various levels of integration. A *fragmented* approach means that different subjects are taught separately, while in a *connected* approach, a connection is made between the separate subjects. A *nested* approach is used when a skill or knowledge from one discipline is targeted within another subject, enriching

the teaching of that other subject. In a *multidisciplinary* approach, two or more subject areas are organised around the same theme or topic, but the disciplines preserve their own identities. In an *interdisciplinary* approach, there is a loss of the disciplines' individual perspectives, and skills and concepts are emphasised across subject areas. In a *transdisciplinary* approach, integration transcends individual disciplines and the focus is placed on the appropriate field of knowledge, as exemplified in the real world (Gresnigt et al., 2014) when, for instance, sustainability issues are considered in teaching. In this case, a phenomenon, which can be an object, area or action in the school or a nearby area (a tree, forest, residential area, co-operation, a sustainable way to travel, etc.) is considered via ecological, social, and economic viewpoints. Different subject areas and learning environments are used to find answers to the questions posed. In general, interdisciplinary and transdisciplinary approaches are demanding for teachers, and to be successful, they require school-wide investment, curricular decisions and teacher training.

Hinde (2005) argues that in order for an integrative approach to be effective, the integrated activities should be educationally significant and meet the curricular objectives in all the merged content areas. Also, the activities should include authentic applications of skills from other content areas, as well as being developmentally appropriate for learners. Focusing on the integration of science and mathematics, Hurley (2001) found that integration can be defined at various levels. At the lowest level of integration, science and mathematics lessons are planned and taught sequentially. In simultaneous teaching, integrated science concepts and mathematics concepts are shown in parallel or partially or completely combined (Hurley, 2001).

To promote integrative science teaching, teachers should become familiar with curriculum recommendations, receive instruction in planning integrative units, and learn about resources and technological tools that support integration (Czeraniak & Johnson, 2014). They should be aware of the various levels of integration (Gresnigt et al., 2014). Mason (1996) emphasizes the importance of teamwork in teacher educational programs because collaborative processes are often necessary in integrative teaching.

1.3 Team teaching

According to the renewed basic education curriculum (FNBE, 2014), collaboration is emphasized in various contexts, for instance, between teachers, students, homes, and out-of-school actors. Team teaching is regarded as an important approach in meeting the collaborative goals of education. In general, team teaching can be defined as a pedagogical method in which two or more teachers teach a single group of students together, and it can be implemented in various ways (Davis, 1995). Team teaching can be divided into four distinct areas: planning, content integration, teaching, and evaluation (Davis, 1995, Baeten & Simmons, 2014, 93). Collaborative teaching has been found to help teachers learn from one another (Shibley, 2006), and such teaching encourages and motivates teachers' professional development (Sandholtz, 2000; Birrell & Bullough, 2005). From students'

point of view, team teaching increases the number of opportunities for student-teacher interaction (Wadkins et al., 2006). Also, research indicates that team teaching has a positive impact on student learning outcomes (Little & Hoel, 2011). Teachers and schools that engage in high-quality collaboration have better achievement gains in math and reading (Ronfeldt et al., 2015).

In our project, collaborative teaching is the core of the action. In our study, team teaching means that teacher educators, in-service teachers, and pre-service teachers collaborate in various ways when planning teaching, carrying out teaching, and evaluating and reflecting on the theory-based goals of teaching and their own professional development. Team teaching can be implemented, for instance, as concurrent teaching among pre-service and in-service teachers.

2 Design of the model

In order to meet the challenges associated with teacher education, both pre-service and in-service, we designed a model for teacher professional development. The designed model combines pre-service education for students in teacher education with professional development for in-service teachers. The operational model was planned in the LumO resource centre in the Department of Teacher Education at the University of Helsinki. The pilot project began in 2014. Biology, chemistry, physics and mathematics teacher educators designed the initial model and the integrative themes, such as the *micro world*, *outdoor activities*, and *human health*. Hands-on materials were developed for each theme. *Microworld* included the cultivation of bacteria. *Outdoor activities* and *human health* included various materials and activities for observations, inquiries, and plays. The *LumaLähetit* model was included also in a larger project, *Koulutuksesta kouluun (From Training to Teaching)*, and is part of a national LUMA-SUOMI development project.

The iterative development of the model can be characterised as design research, in which a new understanding of educational phenomena is developed while designing practical educational solutions (Edelson, 2002). Edelson suggests that design research aims to produce new knowledge of theoretical concepts, knowledge of successful design process, and knowledge of successful design solutions. In our research, we study how the challenges in teacher education can be met by supporting the collaboration of pre-service teachers, in-service teachers, and teacher educators with the designed professional development model. Our objective is to design a successful model while acquiring a theoretical understanding of how pre-service and in-service teachers perceive their professional development and how the teacher educators perceive the development of the model in relation to inquiry-based, integrated science teaching and team teaching.

Design research has been criticized for lacking methodological rigor and clear standards (Dede, 2004; Kelly, 2004), as well as lacking credibility in its claim to simultaneous design evaluation and theory building (Phillips & Dolle, 2006). Sandoval (2014) proposes conjecture mapping as a methodological approach to design research in order to address

these methodological concerns. A conjecture map helps to articulate how the theoretical conjectures of the designed model are embodied in practise and how the embodied practises lead to desired outcomes through mediating processes. Sandoval (2014) suggests that in order to validate the outcomes of the specific design, e.g., the desired changes in educational practices, research projects must first document and explicate the mediating processes that leads to these outcomes. In Figure 1, we present a conjecture map, including our theoretical conjectures and their embodiment in our professional development model, as well as the initial mediating processes. The observed mediating processes are documented later in this article, followed by a discussion of the requirements of developing the model.

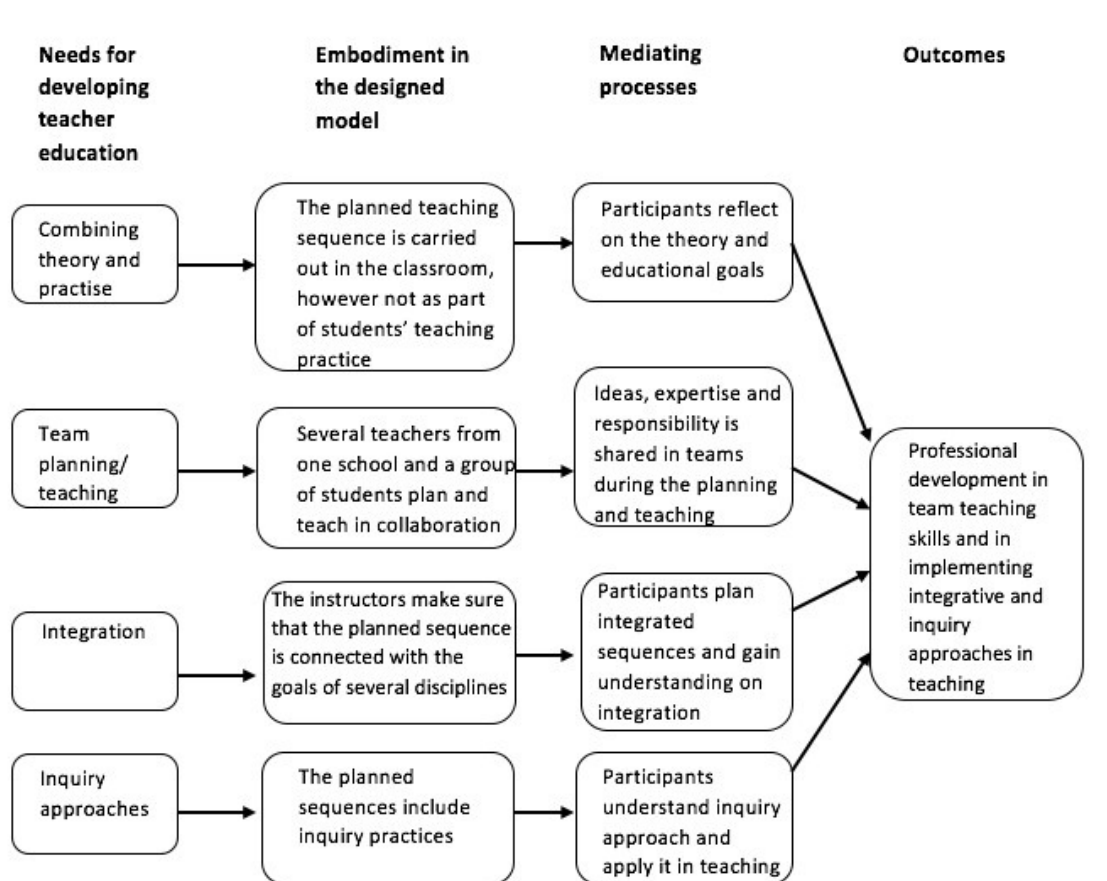


Figure 1. The initial conjecture map of the design to promote teacher professional development.

In this research and development project, *LumaLähetit*, we have designed a teacher professional development model to promote pre-service teachers', in-service teachers', and teacher educators' abilities to collaboratively plan and develop science teaching and product material for inquiry-based and integrative science instruction. One important objective is to support participants in sharing their expertise as equally important team members.

In the designed model, students, elementary school teachers, and teacher educators form teams that collaboratively apply the chosen theme for a specific school and plan the instruction (Figure 2). The initial PDP consisted of four phases: 1) the orientation of pre-service teachers, 2) the planning of the teaching sequence in teams of two to three pre-service teachers, two to three in-service teachers from the same school, and a teacher educator, 3) the implementation of the planned teaching sequence in the schools, and 4) reflection and evaluation on the process and sharing experiences by the participants. The teaching sequence to be planned is from three to eight lessons in duration and, according to the team's choice, can be carried out with more than one class attempting it at the same time or repeated with different classes.

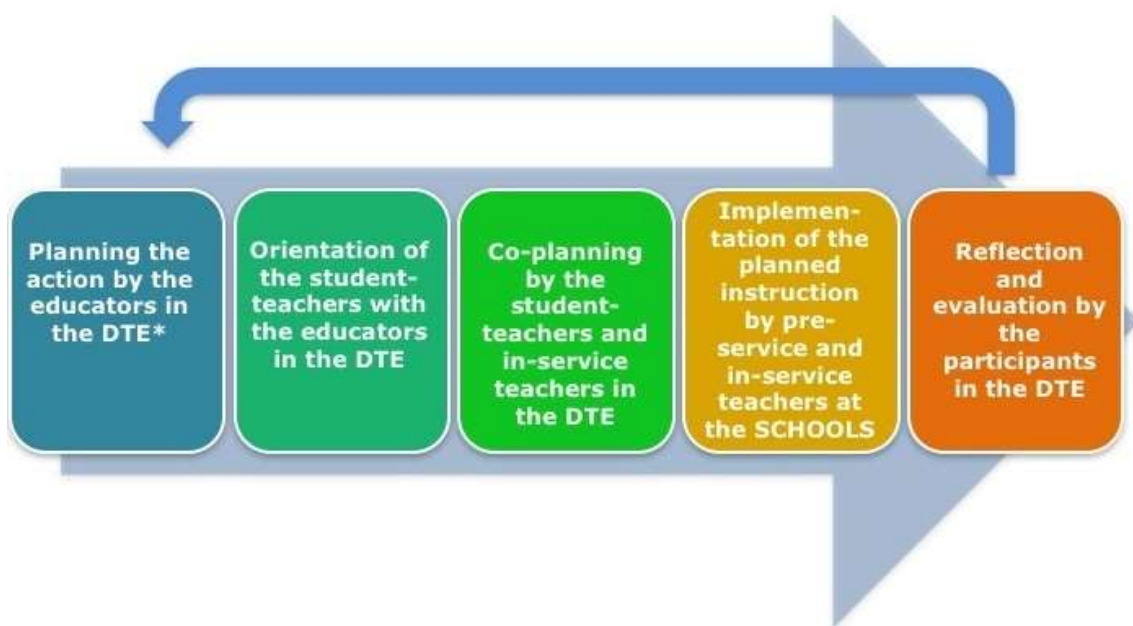


Figure 2. The model designed for the project. *DTE = Department of Teacher Education.

During the orientation of the pre-service teachers and the beginning of the cooperative planning, participants are briefly introduced to the theoretical aspects of inquiry-based approaches and integrative science teaching. Teams begin the planning of the teaching sequence with a certain theme or idea the in-service teachers with to introduce. They are encouraged to integrate more than one discipline and include inquiry approaches. Our aim is that pre- and in-service teachers, as well as teacher educators, all become active participants in planning the teaching sequence (cf. Juuti et al., 2016; Biesta & Burbules, 2003). Whereas pre-service teachers have fresh ideas about the latest educational practises, in-service teachers have ample knowledge of pedagogical practises in everyday school life, especially concerning the pupil group in question. Teacher educators, who tutor the teams, bring up ideas about the above-mentioned goals, as well as providing ideas and material for the classroom activities.

3 Methods

By the spring of 2016, three cycles of the PDP model had been carried out. In all, ten schools, 24 in-service teachers, 30 pre-service teachers, and 560 pupils have participated. One school has participated three times, one school has participated twice, and five teachers have participated twice (Table 1).

The pre-service teachers participated in the project voluntarily; in 2014, they also received a small monetary reward, and in 2015 and 2016, this project was presented as an alternative way of completing a compulsory course in their teacher studies. The schools, all situated in the Helsinki region in Southern Finland, and in-service teachers also participated in the project voluntarily.

Table 1. Number of participating schools, in-service teachers (referred to as teachers), and pre-service teachers (referred to as students) during the first three cycles in primary schools.

N	Fall 2014	Spring 2015	Spring 2016	Total
Primary schools	5	4	4	10
Pupils	233	201	150	584 ⁽¹⁾
Class teachers	12	10	8	30 ⁽²⁾
Class teacher students	4	9	8	22
Subject teacher students	3	5		8

1. One school participated twice, another participated three times

2. Five teachers attended twice

During the reflection meeting, at the end of each cycle, the pre-service teachers, in-service teachers, and teacher educators shared their experiences and evaluated the entire process, including the actual classroom activities. After each cycle, pre- and in-service teachers answered a questionnaire about how they experienced the project, what they appreciated the most, and whether they experienced professional development. Between the second and third cycles, the teacher educators were asked, via a questionnaire, about their experiences in developing the model and participating in the PDPs. Their answers were analysed qualitatively via inductive content analysis (c.f. Elo & Kyngäs, 2008). The answers were coded, using the sentence as the analytical unit. The coded answers of the pre- and in-service teachers were categorized into three groups (professional development, collaboration, and general views on the project), and the answers of the teacher educators were categorized into four groups (inquiry, integration, collaboration, and improving the model). The quantities of the pre- and in-service teachers' similar experiences were counted for each PDP cycle.

In this study, we analysed only the questionnaire data collected from the participants. Also, the reflection meetings at the end of each cycle were recorded. However, for the purposes of this study, the reflection meetings serve only as a part of the PDP-model rather than research data.

4 Results and Discussion

4.1 Teachers and teacher students

The questionnaire was answered by five pre-service teachers (PSs) and two in-service teachers (ISs) after the first cycle, by ten pre-service teachers and seven in-service teachers after the second cycle, and by seven pre-service teachers and five in-service teachers after the third cycle. During the three cycles, altogether, 22 pre-service and eleven in-service teachers responded. Three of the in-service teachers attended and responded twice. In the analysis, we found three main categories and several subthemes concerning participants' perceptions of the project and its effects. These categories are listed in Table 2, and representative examples of the answers (translated from Finnish) are provided below.

Most participants developed professionally in some way after every cycle. Most commonly, they mentioned that their knowledge and courage to apply hands-on materials had increased; they gained the knowledge and courage to apply hands-on teaching, experimental teaching, or inquiry-based teaching; or they gained new ideas for teaching activities in general.

I was encouraged in using experimental and inquiry-based teaching methods. (PS)

[The project] reminded me of the importance of experimental activities. (IS)

Both students and teacher developed new ideas and had experiences in organizing hands-on learning. (PS)

Many pre-service teachers also found teaching in authentic classroom settings to be rewarding in itself.

Combining practise and theory [was useful]. (PS)

I had experience working with pupil groups. (PS)

Collaboration within the teams was highlighted in the answers. Several participants mentioned positive experiences in terms of participating in teamwork or learning from it.

Being able to participate in multi-professional collaboration brought a new perspective and ideas. (PS)

However, most pre-service teachers found that collaboration with teachers did not work as well as it should have, and the majority of the positive experiences in the collaboration were related to team planning and team teaching with other pre-service teachers.

The integration of class teachers into the project should be developed. (PS)

Practising collaboration with other students [was useful]; collaboration with teachers was difficult. (PS)

Some in-service teachers mentioned collaboration within the school as a positive experience.

It was nice to collaborate with parallel classes. (IS)

Participants also evaluated the project on a more practical level. In general, the project was perceived to be a positive experience. Most in-service teachers and some pre-service teachers mentioned that the pupils showed great excitement and motivation during the teaching.

The pupils had wonderful experiences and became enthusiastic about making inquiries. (IS)

Some pre-service teachers found managing schedules to be difficult and found that the project was too time-consuming, whereas some in-service teachers mentioned that the contribution of pre-service teachers, the provided equipment, and the time allocated to planning enabled novel ways of teaching.

The project made it possible to try new things. (IS)

The goals of the project were mentioned as being unclear during the first two cycles.

The goals of the project were clear in the introduction, but after that, they were vague. (PS)

However, the results indicate that the goals and approaches of the model were clarified during the cycles. In addition to the above-mentioned comments, two pre-service teachers questioned whether the project would have a sustained influence on the schools.

Table 2. Key categories of pre-service (PS) and in-service (IS) teachers' experiences in the project during the first three cycles.

Participants' experiences in the project, 2014–2016						
<i>Theme</i>	<i>First cycle</i>		<i>Second cycle</i>		<i>Third cycle</i>	
	Pre-service teachers 5*	In-service teachers 2*	Pre-service teachers 10*	In-service teachers 7*	Pre-service teachers 7*	In-service teachers 5*
<i>Professional development</i>						
Courage to pursue and knowledge on IBL and hands-on activities increased		2	9	6	6	2
Gained ideas for learning activities	2	1	7	6	5	1
Experience in teaching	2		5		6	
Knowledge and experience of integration			1	1	3	1
No experienced change in teaching methods			2			1
<i>Collaboration</i>						
Positive experience during collaboration in teams	4	2	7	3	6	5
Collaboration with teachers should be further promoted	4		6	1	4	1
Positive experience during collaboration inside schools		2		2		
<i>General views on the project</i>						
Positive learning experiences in classrooms	5	2		4	2	4
Difficulties in managing schedules	4		2	1	1	2
Much work for the credits or relative to expectations	2		3			
Additional resources in schools		1		3	1	
Goals of the project should be clearer	2		1			
Ensuring continuity in schools is problematic			2			
Integration should be promoted				1		
Connections to schools were formed			1			

* number of answers from students or teachers

In general, the feedback was positive (Table 2). However, there are clear differences between the first and subsequent cycles. Most pre-service teachers attending the first cycle felt that they had difficulties in managing their schedules, and some felt that there was much work for the credits or relative to the expectations of the university. The project objectives were better achieved during the successive cycles, especially when considering pre-service teachers' conceptions of their professional development. More than half of the participants felt that they received the courage, knowledge, and ideas needed to use an inquiry approach and hands-on activities in teaching. Knowledge and experience of

integration increased gradually. In the third cycle, half of the pre-service teachers felt that they had received knowledge and experience of integration. Most participants also reported positive experiences of collaboration in teams. Specifically, most of the pre-service teachers believed that collaboration with in-service teachers should be further promoted. In general, pre-service teachers had positive experiences in all cycles (Table 2).

4.2 Teacher educators

Before the third cycle, seven teacher educators had been developing the project and participating in it as instructors and tutors. Each of them answered to a questionnaire about how they perceived the project and how the model needed to be developed.

The teacher educators found that the project has succeeded in elaborating inquiry-based teaching excellently (4 answers) or to some extent (2 answers). Integration was found to have been realized excellently (4 answers) or to some extent (2 answers). A need to improve these themes was also mentioned (2 answers).

During the second round, integration too often depended on the teachers allocating more time for the theme than originally planned.

Similar answers were given concerning the degree to which team teaching between pre-service and in-service teachers succeeded. Four participants found that team teaching has worked out excellently, two found that it has worked out to some extent and according to two it needs to be improved. Participants were also asked about their views on the progression of the project. Three participants mentioned the content, one mentioned the wholeness of the project, and one mentioned the personal aspect of the project as having improved the most. The teacher educators also highlighted the experience of development between the first and second cycles.

The model has become clearer, and the focus has changed from developing the material to developing the entire collaborative structure.

According to the feedback from the educators, much work was done in the first cycle of the model to plan the project as a whole, including its activities, time schedules, collaborations, etc. Thus, for the educators, the first cycle was the most laborious. However, the model was considered useful for planning and implementation.

When asked about how the project should be improved, the answers varied (Table 3). According to some teacher educators, the most attention should be paid to promoting integration and team teaching. According to two respondents, the model must be developed generally. It was also suggested that if more theoretical background for the initial instruction of the participants were included, this would be helpful.

Table 3. Teacher educators' perceptions of how the project should be improved.

More time for the planning	More focus for the timing	Team teaching	Integration	Inquiry approach	Teacher students should be able to more easily enter the course	Extension	Cannot say
2*	2*	3*	4*	2*	1*	1*	1*

* Number of teacher educators. Seven teacher educators answered in total.

Although the teacher educators had many suggestions regarding teaching, they also gave the pre-service and in-service teachers the opportunity to make their own pedagogical decisions. However, some in-service teachers believed that the pre-service teachers were given too much responsibility for the teaching, so the idea of team teaching was not implemented properly (Tables 2 and 3). Some educators also believed that integration was not taken into account sufficiently. This is in line with the pre-service teachers' feedback during the project: only in the third cycle did most pre-service-teachers give independent feedback that they had truly learned about integration. In general, the multiple goals of the designed model were reflected in the answers because some teacher educators emphasised some aspects of the model more than others.

4.3 Developing the model

According to Sandoval (2014), in design research, mediating processes leading to the goal outcomes must be documented and explicated. The embodiment of the design objectives in the designed model can then be modified during the study to better reach its goals. In our study, an initial conjecture map was developed (Figure 1) and used to explicate and study the mediating processes. A professional development model was designed combining pre-service teachers, in-service teachers, and teacher educators in collaborative teams that aimed to develop comprehensive science education in schools (Figure 2). Several mediating processes could be identified in the study, especially during the second and third design cycles. For instance, participants experienced increased knowledge about inquiry and integrative approaches, they collaborated in teams to some extent and found this to be supportive of the project. The pre-service teachers appreciated the opportunity to teach in the schools, and to some extent, participants reflected on the theoretical goals of the project. The model was developed between the cycles according to the observed mediating processes and will be further developed in the future.

4.3.1 *Theory and practice in the introduction*

Understanding the goals of the project is, of course, crucial to its success. Thus, the introduction of the project is very important mediating process. It is important that the pre-service and in-service teachers are well aware of the theoretical background of the relevant pedagogical issues: collaboration, team teaching, inquiry, and integrative approaches in education. In our project, the introduction seemed to have been crowded with information, and indications suggest that the time provided to orient oneself to the project may have

been too short, at least during the first two cycles (Table 1). The goals of the project were articulated more clearly during the second and the third cycles when recruiting participants and during the introduction day. More attention was also paid to describing the pre-service teachers, the project, and the amount of work required.

However, in future cycles, more attention must to be paid to the introduction of the project, specifically to better explaining the relationship between theory and practice in the project. One option is that the pre-service teachers and in-service teachers study the theoretical viewpoints, such as team teaching, integrative, and inquiry approaches, independently before starting the project. After these introductory studies, the pre-service teachers may meet with the teacher educators once to decide the frames and goals of the teaching. After these preceding activities, all participants can meet during the introduction (Figure 2). The use of introductory study material before beginning the project was suggested, for instance, as webinars and a summary of main ideas. Very detailed material is not appropriate, because in-service teachers are experts in teaching and pre-service teachers have recently learned about the topics of the project in their studies. In any case, the clearer guidance of teacher educators seems to be essential in the beginning of the project. During the reflection and evaluation phase, the theory involved in the project must be scrutinized again, and the participants must be given time and space to reflect on it.

4.3.2 Tackling with collaboration and team teaching

Because of the structure of model, team teaching was taken for granted during the first cycle. Collaboration among the participants was found to be very important (Table 2). Consequently, team teaching received more attention during the second and third cycles. For the third cycle, the model was modified to include an early meeting between pre-service teachers and in-service teachers, which allowed them to begin co-planning (Figure 2). However, it became evident that the idea of team teaching was still not fully manifested in the participating schools, and the need to promote collaboration between pre- and in-service teachers was also brought up after the third cycle. It seems that the early collaborative meeting among the participants alone is not enough to support active collaboration during the project. The limited time and resources for planning teaching in schools may restrict teachers' communication and co-planning during the project. This indicates that in our model, collaboration and team teaching must be very carefully emphasized so that all participants are well-aware of the concepts and committed to putting them into action. The participants should be provided with clear instructions about their collaborative roles within the team. In addition, allocating resources to teacher planning during the project is worth considering for the next cycles (cf. Lavonen et. al., 2006).

It was suggested that the pre-service teachers should first meet without the teachers, as in the first and second cycles. This may indicate that some of the pre-service teachers lacked the expertise needed for collaborative planning (e.g., knowledge of the science theme). In order for the pre-service teachers to be able to share their expertise as equally important

team members, an orientation phase for them alone may be needed. Alternatively, orientation may also take place through preliminary self-study material regarding the goals and concepts of the project.

4.3.3 *Inquiry and integrative approaches*

An integrative approach was included in the project during the first cycle so that hands-on material on a specific integrative theme (*Microworld*, *Outdoor activities*, and *Human health*) could be developed. During the second and third cycles, pre-service and in-service teachers were encouraged to apply the previously prepared material to new learning contexts in order to promote integration. In the third cycle, a new *Electricity* theme and related material were developed. Inquiry approaches were often mentioned in the answers after the first cycle (Table 2), indicating that the participants had experiences in using the inquiry approach. However, whether the participants were aware of the various levels of the inquiry approach was not evident (Banchi & Bell, 2008).

The integrative approach was not brought up in the participants' comments during the first and second cycles. Thus, the model was modified to focus more attention on integration in the beginning and during the third cycle. This emphasis resulted in several notions of integration by the participants (Table 3). However, in the data, it is not clear whether the participants were aware of the various levels of integration (Gresnight et al., 2014).

Several modifications to the theoretical conjectures must be considered in future cycles (Figure 1; see Sandoval, 2014). It is important to pay more attention to and allocate more time and resources to grasping the idea of team teaching and supporting collaboration within teams. The goals and approaches must be very carefully explained to and agreed to among the participants. Teacher educators must pay more attention to the goals during the project so that the relationship between theory and practice is considered more intensively. The theoretical background on the inquiry approach and integrative approach and their various levels must be better clarified in the introduction and throughout the project.

5 Conclusions

Our objective in designing this model for teacher professional development was to meet challenges in teacher education related to teachers' inadequate skill in team teaching, integration, and an inquiry approach to science teaching. In general, the pre-service teachers found that the research-based approach was not very well-realized in the teaching practicum (see also Jyrhämä et al., 2008). The essential aspect of our designed model is that after a well-planned initiation, including guidance by teacher educators, pre-service teachers and in-service teachers form teams and collaboratively develop new ideas to implement a short science teaching sequence based on the theory of inquiry-based and integrative approaches. According to the results, this kind of model seems to have significant potential to develop team teaching skills, as well as an understanding of and the

courage to pursue an inquiry approach and integration in science teaching. When combined with students' pedagogical studies, these students may develop an increased understanding and higher self-efficacy in using a research-based approach in their coming teaching practicums.

Our finding that collaboration was highly emphasized by the participants in the professional development project is in line with previous studies that highlight the importance of an active role on the part of teachers in professional development programs and providing chances for collaboration and the sharing of ideas (e.g., Juuti et al., 2016, Luft & Hewson, 2014; OECD, 2016; Wilson & Berne, 1999). This study indicates that when developing teacher education and professional development, it is necessary to pay particular attention to creating concrete opportunities for collaboration and supporting teachers in these collaborates.

In terms of an integrative approach and an inquiry approach in science teaching, it is important to provide participants with theoretical tools and guidance for planning the activities and reflecting on the implementation.

As for the inquiry approach, it is essential for the participants to recognize different types of inquiry approaches, namely confirmation, structured, guided, and open inquiry, in planning and teaching (c.f. Banchi & Bell, 2008). Similarly, regarding integration, it is essential to understand the different levels of integration, from connected to transdisciplinary approaches, along with their cognitive, affective, skill, or competence goals (Gresnigt et al. 2014). In order for this to occur, a thorough introduction to PDPs is essential.

In the future, the main objectives in designing this model should be ensuring collaboration and participants' reflection on inquiry approaches and integration in teaching activities. In order to better understand the underlying processes that define the realization of these objectives, the teams' planning meetings, as well as the introduction and reflection sessions, should be studied in more detail.

6 Acknowledgements

We warmly thank the teachers and the pupils who have participated in the project. Ph.D. Veera Kallunki is warmly acknowledged for her valuable comments for the manuscript. The project is funded by LUMA (STEM) Suomi research and development project.

References

- Baeten, M., & Simons, M. (2014). Student teachers' team teaching: Models, effects, and conditions for implementation. *Teaching and Teacher Education*, *41*, 92-110.
- Banchi, H. & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, *46*(2), 26-29.
- Birrell, J., & Bullough, R. (2005). Teaching with a peer: A follow-up study of the 1st year of teaching. *Action in Teacher Education*, *27*(1), 72-81.
- Biesta, G. J. J., & Burbules, N. C. (2003). *Pragmatism and educational research*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R.C. (Eds.), (2000). *How people learn: Mind, brain, experience and school*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classrooms. In S. K. Abel, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 515-541). London: Lawrence Elbraum Associates.
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary science teaching. In S. K. Abel, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 359-411). London: Lawrence Elbraum Associates.
- Davis, J. R. (1995). *Interdisciplinary courses and team teaching*. Phoenix, AZ: American Council on Education and Oryx Press.
- Little, A., & Hoel, A. (2011). Interdisciplinary team teaching: An effective method to transform student attitudes. *Journal of Effective Teaching*, *11*(1), 36-44.
- Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? *Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 105-114.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A. & Shouse, A. W. (Eds.), (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Edelson, D.C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, *11*, 105-121.
- Elo, S. & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing* *62*(1), 107-115.
- FNBE (2014). National core curriculum for basic education. Helsinki: FNBE.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012) Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research* *82*(3), 300-329.
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. & Baartmand, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, *50*(1), 47-84.
- Hinde, E. T. (2005). Revisiting curriculum integration: A fresh look at an old idea. *The Social Studies*, *96*(3), 105-111.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, *101*(5), 259-268.
- Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2016). Pragmatic Design-Based Research – Designing as a Shared Activity of Teachers and researchers. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching – Learning Sequences* (pp. 35-46). Dordrecht: Springer Science+Business Media.

- Jyrhämä, R., Kynäslahti, H., Krokfors, L., Byman, R., Maaranen, K., Toom, A., & Kansanen, P. (2008). The appreciation and realisation of research-based teacher education: Finnish students' experiences of teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 31(1), 1-16.
- Kansanen, P. (2006). Constructing a research-based program in teacher education. In F. Oser, F. Achtenhagen & U. Renold: *Competence oriented teacher training* (pp. 11-22). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kelly, A. E. (2004). Design research in education: Yes, but is it methodological? *Journal of the Learning Sciences*, 13, 115-128.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.
- 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.
- Loughran, J. J. (2014). Developing understandings of practise: Science teacher learning. In S. K. Abel, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 811-829). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Little, A., & Hoel, A. (2011). Interdisciplinary team teaching: An effective method to transform student attitudes. *Journal of Effective Teaching*, 11(1), 36-44.
- Luft, J. A., & Hewson, P. W. (2014). Research in teacher professional development program in science. In S. K. Abel, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 889-909). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mason, T. C. (1996). Integrated curricula: Potential and problems. *Journal of Teacher Education*, 47(4), 263-270.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14-19.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.
- OECD (2016). *Supporting Teacher Professionalism: Insights from TALIS 2013*, TALIS. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264248601-en>.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. In S. K. Abel, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 579-599). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Opfer, V.D., & Pedder, D. (2011) Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 367-407.
- Petrie, H. G. (1992). Interdisciplinary education: Are we faced with insurmountable opportunities? *Review of Research in Education*, 18, 299-333.
- Phillips, D. C., & Dolle, J. R. (2006). From Plato to Brown and beyond: Theory, practice, and the promise of design experiments. In L. Verschaffel, F. Dochy, M. Boekaerts, & S. Vosniadou (Eds.), *Instructional psychology: Past, present and future trends: Sixteen essays in honour of Erik DeCorte* (pp. 277-293). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Ronfeldt, M., Owens Farmer, S., McQueen, K. & Grissom, J.A. (2015). Teacher collaboration in instructional teams and student achievement. *American Educational Research Journal*, 52(3), 475-514.
- Sadler, T.D., Barab, S.A. & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish Lessons: What can the world learn from educational change in Finland?* NY: Teachers Collage Press.
- Sandholtz, J. H. (2000). Interdisciplinary team teaching as a form of professional development. *Teacher Education Quarterly*, 27(3), 39-54.

- Sandoval, W. (2014). Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research. *The Journal of Learning Sciences*, 23(1), 18-36.
- Shibley, I.A. (2006). Interdisciplinary team teaching: Negotiating pedagogical differences. *College Teaching*, 54(3), 271-274.
- Uitto, A., & Kärnä, P. (2013). Teaching methods enhancing grade nine students' performance and attitudes towards biology. In: C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 2 (co-ed. J. Lavonen & A. Zeyer), (pp. 67-73) Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association.
- Wadkins, T., Miller, R.L., & Wozniak, W. (2006). Team teaching: Student satisfaction and performance. *Teaching of Psychology*, 33(2), 118-144.
- Wallace, J. (2003). Learning about teacher learning: Reflections of a science educator. In J. Wallace & J. Loughran (Eds.), *Leadership and professional development in science education* (pp. 1-16). London: RoutledgeFalmer.
- Wilson, S., & Berne, J. (1999). Teacher learning and acquisition of professional knowledge: An examination of the research on contemporary professional development. *Review of Research in Education*, 24, 173-209.

STUDENT ASSESSMENT IN 2ND GRADE MATHEMATICS STUDY MATERIALS

Anu Leppävuori, Mänsälä, School of Hyökännummi
Anu Laine, University of Helsinki, Department of teacher training

Abstract The aim of the study was to examine how different book series support teacher in the pupil assessment. The focus of the study was on the demand of many-sidedness and continuity of assessment expressed in the curriculum. All materials in three different book series made for 2nd grade were analyzed. All the assessment instructions were collected from the materials and they were quantitatively examined based on their amount and location. The instructions were divided in two groups based on qualitative analysis: hands-on instructions and pedagogical instructions. Based on results Finnish textbook series follow well the concrete aims set out in the curriculum (Opetushallitus, 2004). Instead it is not so straightforward to interpret many-sidedness and continuity because the concepts can be defined in many ways. However, it can be noted that the assessment emphasizes one-sided traditional assessment: teacher gives the assessment, the aim of the assessment is to collect information, the target of the assessment is the learning result, and the method for assessment is quantitative tests. Newer forms of assessment could be found from the researched materials but they didn't appear very systematically. When researching the continuity of the assessment it was found out that the materials guided teachers to make assessments several times during the semester. The assessment was suggested to perform at the end of the study module. The materials didn't guide systematically to assess during the study module.

FULL TEXT IN FINNISH

Keywords Mathematics, Assessment, Teaching materials, Primary school

OPPILASARVIOINTI 2. LUOKAN MATEMATIIKAN OPPIMATERIAALEISSA

Anu Leppävuori, Mänsälän kunta, Hyökännummen koulu
Anu Laine, Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitos

Tiivistelmä Tutkimuksessa tarkasteltiin, miten matematiikan oppimateriaalisarjat tukevat opettajaa oppilasarvioinnissa. Tutkimuksessa keskityttiin opetus suunnitelmassa esitettyyn vaatimukseen arvioinnin monipuolisuudesta ja jatkuvuudesta. Analysoitavana olivat kolmen matematiikan oppikirjasarjan tarjoamat 2. luokan oppimateriaalit. Materiaaleista kerättiin arviointiohjeet ja niitä tarkasteltiin määrällisesti lukumäärän ja sijainnin mukaan. Laadullisesti ohjeet jakautuivat kahteen luokkaan käytännön ohjeisiin ja pedagogisiin ohjeisiin. Tutkimuksessa selvisi, että suomalaiset oppikirjasarjat noudattelevat hyvin opetus suunnitelman (Opetushallitus, 2004) määrittelemiä konkreettisia tavoitteita. Monipuolisen ja jatkuvan arvioinnin käsitteiden kohdalla asiaa on vaikeampi tulkita, sillä käsitteiden määrittely ei ole yksiselitteistä. Arvioinnin voidaan kuitenkin todeta painottuvan yksipuoliseen perinteiseen arviointiin, jossa arvioinnin antaa opettaja, arvioinnin tarkoituksena on tiedon kerääminen, arvioinnin kohteena on oppimistulos, ja menetelmänä ovat määrälliset kokeet. Tutkituissa materiaaleissa oli löydettävissä myös uudempia arvioinnin muotoja, mutta ne eivät vielä esiintyneet kovin järjestelmällisesti. Arvioinnin jatkuvuutta tutkittaessa selvisi, että materiaalit ohjasivat opettajia tekemään arviointia useita kertoja lukukaudessa. Arviointi ehdotettiin suoritettavaksi opintojakson lopussa. Jaksojen aikana suoritettavaan arviointiin materiaalit eivät säännöllisesti ohjanneet.

Avainsanat Matematiikka, Arviointi, Oppimateriaalit, Peruskoulun alaluokat

1 Johdanto

Uuden opetus suunnitelman (Opetushallitus, 2014) myötä arviointi ja arviointikulttuurin muutos ovat nousseet esille monissa yhteyksissä. Lehdissä on esitelty uusia arviointikäytäntöjä ja monet kunnat ovat luopumassa tai ainakin vähentämässä alakoulujen numeroarviointia. Opettajilta vaaditaan painokkaammin laadukasta arviointia ja sen merkitystä oppimisprosessin tärkeänä osana korostetaan.

Arvioinnin tehtävänä nähdään toisaalta oppimisprosessin tukeminen ja kannustaminen ja toisaalta oppilaan osaamisen vertaaminen asetettuihin tavoitteisiin. Tavoitteena on antaa oppilaalle ja vanhemmille tietoa opintojen etenemisestä sekä tukea lapsen persoonallisuuden kasvua. (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2014.) Opettajan koulussa antama arviointi vaikuttaa oppilaan minäkäsityksen ja itsetunnon muodostumiseen (Ihme, 2009) ja huonosti toteutettuna sillä voidaan tehdä korvaamatonta vahinkoa (Novak, 2002). Sen sijaan onnistuneesti toteutetulla formatiivisella arvioinnilla on merkittävä positiivinen vaikutus oppimiseen (Hattie, 2009).

Edellisen perusteella voidaan todeta, että arviointi on vastuullinen tehtävä. Opettajan vastuu ei rajoitu lapsen tässä hetkessä ilmenevistä perustarpeista huolehtimiseen vaan hänellä on vastuu myös lapsen tulevasta mahdollisuuksista ja ominaisuuksista (Hilpelä, 2004). Opettajalla on luokassaan paljon oppilaita ja heidän osaamistaan ja edistymistään on arvioitava oikeudenmukaisesti, kannustavasti ja kokonaiskehitystä tukevasti useissa

oppiaineissa. Arvioinnin tulee olla monipuolista, jatkuvaa ja sen pitää perustua opetussuunnitelmassa asetettuihin tavoitteisiin. (Opetushallitus, 2004.) Tehtävä tuntuu erittäin haastavalta. Myös tutkimustulokset tukevat arkikäsitystä siitä, että opettajat kokevat arvioinnin haastavaksi (Hovila, 2009; Metsä, 2001) tai ainakin tiedostavat sen sisältävän erilaisia haasteita (Nieminen, 2012). Voidakseen arvioida oppilaita satojen sivujen pituisen opetussuunnitelman asettamien tavoitteiden mukaisesti, opettajat tarvitsevat apua ja työvälineitä.

Oppimateriaalit ovat tärkeässä roolissa opettajan arjessa (Perkkilä & Lehtelä, 2007; Pehkonen & Rossi, 2007). Suomalaiset opettajat arvostavat oppikirjoja (Pehkonen & Krywacki, 2007) ja pitävät oppikirjaa ja opettajanopasta tärkeimpinä oppimateriaaleina (Perkkilä, 2002). Niiden asema opetuksessa on usein opetussuunnitelman veroinen ja välillä jopa määräävämpi. Toisin sanoen opetus toteutuu usein suoraan oppikirjoissa esitettyjen asioiden ja ideoiden kautta ilman, että opettaja välttämättä vertaa sitä omaan näkemykseensä opetussuunnitelmasta. Tästä seuraa, että opetussuunnitelman toteutuminen opetuksessa onkin usein riippuvainen oppikirjantekijöiden tulkinnasta (Kananaja, 1999). Tämän vuoksi tutkimuksessa lähestytään arviointia nimenomaan oppimateriaalien analysoinnista käsin. Tutkitut kirjat on tehty aikaisemman opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2004) voimassaoloaikana. Kirjasarjat ovat edelleen käytössä, joten tutkimustulokset auttavat opettajia huomioimaan työssään sellaisia arvioinnin osa-alueita, joita valmiissa materiaalissa on huomioitu puutteellisesti. Toisaalta tuloksista on hyötyä myös uusien oppimateriaalien tekijöille. Tämä tutkimus rajattiin käsittelemään matematiikkaa. Siinä arviointi perustuu pääsääntöisesti kokeisiin ja testeihin (Hirvonen, 2012), jotka sijaitsevat käytössä olevissa oppimateriaaleissa.

Matematiikan oppilasarviointia oppimateriaalien näkökulmasta on Suomessa tutkittu vain vähän. Aikaisemmissa tutkimuksissa matematiikan oppimateriaalien on todettu vastaavan opetussuunnitelmaa (Joutsenlahti & Vainionpää, 2007; Pispä & Rantanen, 2007) ja summatiivisten kokeiden vastaavan oppilaan tunnilla harjoittelemaa tehtäviä (Saarinen & Tuominen, 2007) ja siten opetussuunnitelmaa. Arviointikäytäntöjen monipuolistamista on tutkittu portfoliotyöskentelyyn tuotetun oppimateriaalin 'Saavutusten salkku' näkökulmasta (Ryynänen, 2002). Oppimateriaalia ei ole tarkasteltu opettajan työn näkökulmasta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää, minkälaista tukea matematiikan 2. luokan oppimateriaalit tarjoavat opettajalle arviointitehtävässä. Tutkimus perustuu pro gradu – tutkielmaan (Leppävuori, 2013).

2 Arviointi perusopetuksessa

Opetussuunnitelma (Opetushallitus, 2004) edellyttää monipuolista ja jatkuvaa arviointia. Se, millä tavalla monipuolista ja kuinka jatkuvaa arvioinnin tulisi olla, jää kuitenkin yksittäisen opettajan päätettäväksi. Tässä luvussa arviointia lähestytään neljän eri osa-alueen kautta ja tarkastellaan sitä, millaiseksi arviointikäsitys on laajentumassa.

2.1 Arvioinnin osa-alueet

Arviointi on monitahoinen ja monitasoinen ilmiö. Jotta sitä voisi kattavasti tarkastella, tarvitaan jonkinlainen jäsennys. Tässä tutkimuksessa työskentelyn pohjaksi on valittu Asko Karjalaisen esittelemä määrittely, joka lähtee liikkeelle konkreettiseen arviointitilanteeseen sisältyvistä osa-tekijöistä. Hänen mukaansa arviointitapahtumaan tarvitaan arvioija, arvioitava, arvioinnin kohde, arvioinnin intressi eli tarkoitus sekä arvioinnin välineet. (Karjalainen, 2001.) Sitä täydennettiin Pickfordin ja Brownin esittelemällä mallilla, jossa arviointia määrittellään kysymysten kuka, mitä, miksi, milloin ja miten avulla (Picford & Brown, 2006). Malli on muuten hyvin samankaltainen kuin Karjalaisen esittämä, mutta siinä on erotettu omaksi osa-alueeksi kysymys siitä, milloin arviointia suoritetaan. Arvioinnin ajoitukseen liittyvä kysymys on tärkeä, ja se sijoitettiin Karjalaisen mallissa olevaan arvioinnin tarkoitusta käsittelevään osa-alueeseen. Sijoitusta voidaan perustella sillä, että oppimisprosessin eri vaiheissa suoritettulla arvioinnilla on erilaisia tehtäviä (Kananoja, 1999).

Arviointi suoritetaan aina jossakin kontekstissa ja peruskoulussa tätä kontekstia määrittelee opetussuunnitelma. Koulussa suoritettavassa arvioinnissa on muistettava, että sen kohteena on opetussuunnitelmassa asetettujen tavoitteiden mukainen oppiminen. (Kansanen, 1997.) Sen vuoksi tässäkin tutkimuksessa on otettu huomioon, mitä opetussuunnitelma arvioinnista määrittää.

Arvioija

Arviointi tarvitsee aina tekijän. Erilaisten luokittelujen pohjalta voidaan arvioinnin suorittajat jakaa kolmeen päätyyppiin, jotka ovat asiantuntija-arvioija, itsearvioija ja vertaisarvioija (mm. Puolimatka, 2011; Atjonen, 2007; Ihme, 2009). Asiantuntija-arvioinnissa vastuu on opettajalla. Hän on koulussa tiedollisessa auktoriteettiasemassa. Voidaan ajatella, että on tarkoituksenmukaista hyödyntää sitä sen sijaan, että kaikki asiat opittaisiin yrityksen ja erehdyksen kautta. (Puolimatka, 2010.) Itsearvioinnissa vastuuta siirretään oppilaalle. Siinä on tarkoitus reflektoida kautta ymmärtää omaa toimintaa ja sen taustoja sekä auttaa ihmistä muuttamaan omaa toimintaansa järkevään suuntaan. Itsetietoisuuden lisääntyminen auttaa parantamaan opiskelua (Atjonen, 2007; Jakku-Sihvonen & Heinonen, 2001,) ja havainnoimaan syy-seuraus-suhteita (Eloranta, 2000) sekä rakentamaan identiteettiä (Puolimatka, 2011). Vertaisarviointi taas perustuu yksilöiden, ryhmien tai organisaatioiden väliseen vuorovaikutukseen (Jakku-Sihvonen & Heinonen, 2001; Atjonen, 2007; Lappalainen, 1997). Vertaisarviointi liittyy vahvasti ajatukseen yhteisöllisestä oppimisesta (Ihme, 2009; Atjonen, 2007). Ajatellaan, että sen avulla voidaan oppia ryhmän onnistumisten ja epäonnistumisten kautta. Lisäksi toisen työn oikeudenmukainen arviointi vaatii perehtymistä asiaan, jolloin arviointi opettaa myös arvioijaa (Race, 2005, s. 132).

Näiden lisäksi voidaan puhua osallistuvasta arvioinnista, jossa asiantuntija-arvioija ja itsearvioija toimivat yhteistyössä. Tämä perustuu konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilaalla on aktiivinen rooli opiskelu- ja arviointiprosessissa (Atjonen, 2007). Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2004) mainitaan näistä opettajan antama asiantuntija-arviointi ja oppilaan itsearviointi ja vuoden 2016 opetussuunnitelmassa myös vertaisarviointi (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2014). Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, kuinka oppimateriaalit ohjaavat jakamaan vastuuta eri arvioitsijoiden välillä.

Arvioinnin kohde

Oppimisen arviointi voi kohdistua erilaisiin asioihin. Opetussuunnitelma jakaa arvioinnin kohteet oppimisen, työskentelyn ja käytöksen arviointiin (Opetushallitus, 2014). Tässä tutkimuksessa kohteena on oppimisen arviointi. Opetussuunnitelman mukaan oppimisen arvioinnin tulee kohdistua oppimisen prosessiin ja edistymiseen eri osa-alueilla. Toisaalta se edellyttää päättöarvioinnissa myös oppilaan tason arvioimista. (Opetushallitus, 2004. Opetushallitus, 2014) Nykyisen ajattelun mukaan oppilaalla on aktiivinen rooli tiedon hankkijana ja soveltajana. Sen vuoksi arvioinnin olisi kohdistuttava omaksutun tiedon ohella myös oppimisen prosessiin. (Merimaa, 2001; Ihme, 2009.) Jo Hirsjärven 1980-luvulla laatimassa määritelmässä oli arviointi laajennettu käsittämään oppimistulosten lisäksi myös oppimisprosessia ja sen aikana tapahtuvia seikkoja (Hirsjärvi, 1983). Matematiikassa ajattelun kehittymistä voidaan ajatella matkana, jonka kulkua voidaan ainakin osittain seurata sen avulla, millaiseen matemaattiseen toimintaan oppilas kykenee (Yrjönsuuri, 1997). Prosessin ja produktin eli oppimistuloksen erottaminen ei kuitenkaan ole helppoa ja yksiselitteistä, sillä ne kietoutuvat toisiinsa (Vuori, 1999). Tutkimuksessa haluttiin selvittää, ohjaavatko oppimateriaalit perinteisen oppimistuloksen lisäksi arvioimaan myös oppimisprosessia.

Arvioinnin tarkoitus

Arvioinnin intressit eli tarkoitusperät voidaan luokitella monella tavalla. Opetussuunnitelma (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2014) jakaa arvioinnin kahteen osaan: opintojen aikaiseen arviointiin ja päättöarviointiin. Opintojen aikaisessa arvioinnissa yksilön kehityksen näkökulma on vallitsevana. Päättöarvioinnissa taas kerätään tietoa oppimistuloksista ja pyritään yksilöiden välisten tietojen ja taitojen vertailukelpoisuuteen (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2014). Arvioinnin tarkoitus voidaan luokitella myös sen muodon mukaan. Tämän luokittelun mukaan arvioinnin tarkoitus vaihtelee riippuen siitä, missä vaiheessa oppimisprosessia sitä suoritetaan. Arvioinnin muodot jakautuvat diagnostiseen, formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin (mm. Kananoja, 1999). Diagnostista arviointia käytetään kartoittamaan oppilaan alkutilannetta. Sen tarkoituksena on saada selville oppilaan lähtötaso ja oppilaan valmiudet. (Kananoja, 1999; Lappalainen, 1997.) Formattiivinen arviointi tapahtuu

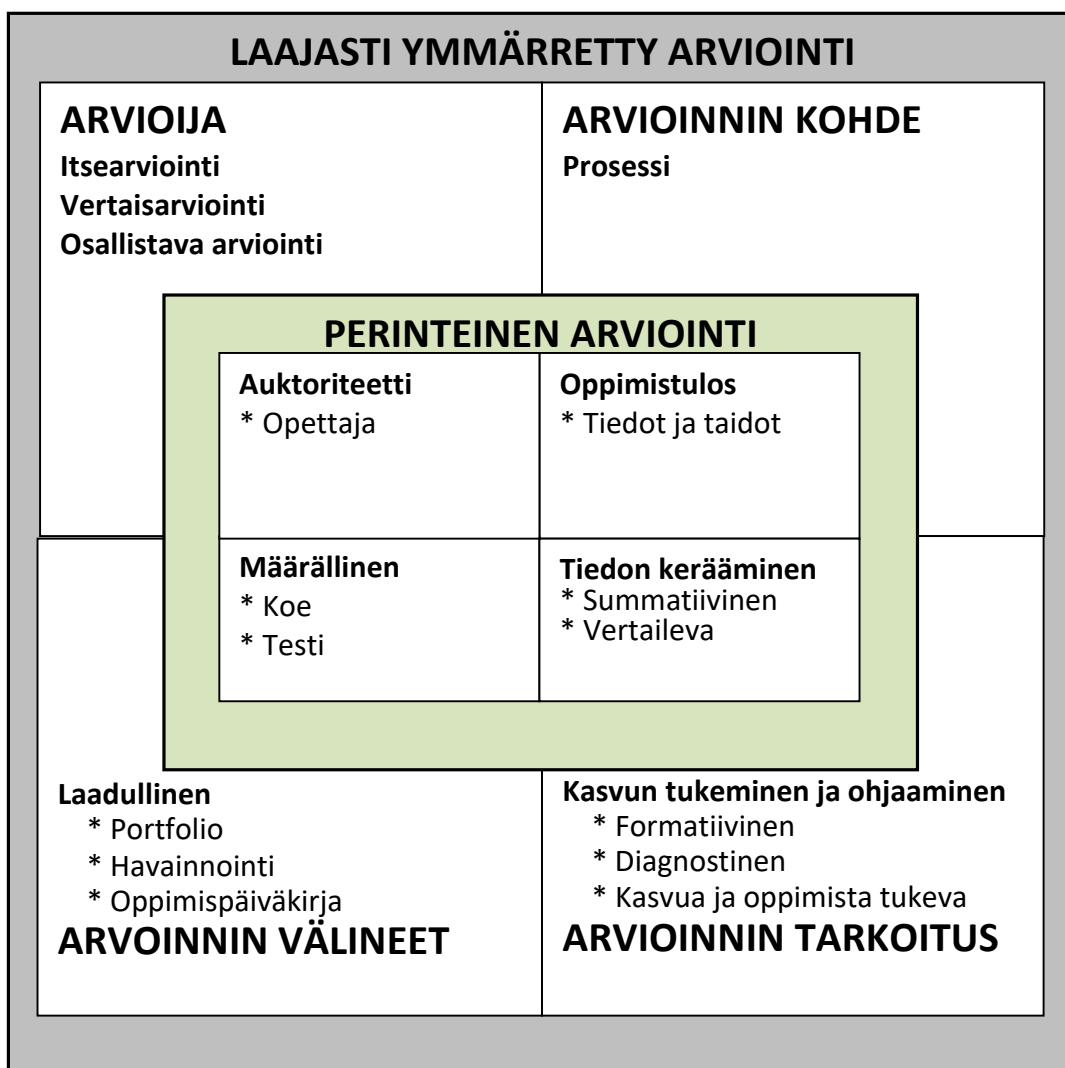
oppimisprosessin aikana ja sen tarkoituksena on tuottaa tietoa sen hetkisestä tasosta. Sen avulla ei pyritä tekemään kokonaisvaltaisia päätelmiä (Raivola, 2000), vaan kerätyn tiedon avulla voidaan opetusta ja opiskelua ohjata tarkoituksenmukaiseen suuntaan (Kananoja, 1999; Lappalainen, 1997). Pääosa oppilaiden arvioinnista koulussa pitäisi olla formatiivista (Opetushallitus, 2014). Summatiivisessa arvioinnissa arviointi suoritetaan opintojakson lopussa. Tietojen keräämisen tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin asiat on opittu (Kananoja, 1999) ja onko asetetut tavoitteet saavutettu (Robson, 2001). Tutkimuksen kohteena oli arvioinnin ajoitus eli se, missä vaiheessa oppimisprosessia materiaalien ehdotusten mukaan arviointia olisi hyvä tehdä. Toisaalta tutkittiin myös sitä, painottavatko materiaalien arviointiohjeet enemmän oppilaan oman osaamisen kartoitusta vai ohjaavatko ne vertailemaan oppilaiden saavutuksia keskenään.

Arvioinnin välineet

Laajassa merkityksessä arvioinnin välineiden voidaan ajatella kattavan kulttuurisen ja sosiaalisen kontekstin ja säädökset, joiden puitteissa arviointitoiminta tapahtuu (Karjalainen, 2001). Tässä tutkimuksessa se rajataan tarkoittamaan niitä menetelmiä, joita arvioinnissa käytetään. Nämä voidaan jakaa kahteen luokkaan, määrällisiin ja laadullisiin menetelmiin (Lappalainen, 1997). Määrällisiin menetelmiin luetaan kuuluviksi perinteiset kokeet, testit ja tentit. Niiden tarkoituksena on kerätä mahdollisimman luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa oppilaan osaamisesta (Koppinen, Korpinen & Pollari, 1999). Laadullisia arviointimenetelmiä voidaan kutsua myös autenttisiksi (Ihme, 2009). Niillä tarkoitetaan tilannetta, jossa keinotekoisesti luodun tilanteen sijaan oppimista arvioidaan mahdollisimman luonnollisessa tilanteessa (Karjalainen, 2001). Tutkimuksessa selvitettiin, millaisia arviointimenetelmiä materiaalit ohjaavat käyttämään.

2.2 Arviointikäsitteen laajentuminen

Arvioinnin osatekijät on koottu kuvioon 1. Kuvion avulla voidaan tarkastella arviointinäkömyksen laajentumista sekä uusia näkökulmia ja niiden suhdetta perinteiseen näkömykseen. Kuvion nelikenttä kuvaa neljää arvioinnin kannalta keskeistä tekijää: arvioijaa, arvioinnin kohdetta, arvioinnin tarkoitusta ja arvioinnin välineitä. Nelikenttien risteyksessä olevassa pienemmässä laatikossa on perinteinen käsitys arvioinnista. Siinä arvioinnin suorittaa opettaja. Kohteena ovat oppimistulokset. Tarkoituksena on kerätä tietoa, joka on luotettavaa ja vertailukelpoista. Arviointi suoritetaan perinteisillä kokeilla ja yksilötesteillä.



Kuvio 1. Arvioinnin osatekijät perinteisen ja laajentuneen ajattelun mukaan

Ulompi laatikko, johon perinteinen näkemys siis sisältyy, kuvaa laajentunutta käsitystä, jossa arviointi on saanut entisten merkitysten lisäksi uusia ulottuvuuksia. Arvioinnin suorittaja voi olla opettajan lisäksi oppilas itse tai hänen toverinsa. Oppimistulosten ohella arvioinnin kohteena voi olla myös oppimisen prosessi. Arvioinnin tarkoituksena on kerätä tietoa monipuolisesti ja käyttää sitä oppimisen ohjaamiseen ja oppilaan henkisen kasvun tukemiseen. Arvioinnin välineet eli siinä käytetyt menetelmät laajentuvat kokeiden ja testien lisäksi laadullisiin menetelmiin. Kuvion tarkoituksena on hahmottaa, minkälaisista tekijöistä opetussuunnitelman edellyttämä monipuolinen arviointi voi koostua.

Kuviossa 1 esitellyt arvioinnin osa-alueet ovat olleet osana arviointia jo edellisessä opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2004). Uudessa opetussuunnitelmassa kuitenkin korostetaan aikaisempaa enemmän ulommissa laatikoissa olevien asioiden merkitystä. Lisäyksenä entiseen on tullut selkeä ohje käyttää vertaisarviointia osana oppilaan

arviointia. Lisäksi formatiivista arviointia on korostettu ja se käyttämiseen veloitetaan aiempaa painokkaammin. (Opetushallitus, 2014.)

3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen päätehtävänä oli selvittää, minkälaisia ohjeita matematiikan oppimateriaalit antavat opettajalle arviointityöhön ja tukevatko annetut ohjeet opetussuunnitelman edellyttämää monipuolista ja jatkuvaa arviointia. Koska ongelmaa lähestytään monipuolisen ja jatkuvan arvioinnin vaatimusten kautta, tutkimustehtävä jakautuu luontevasti kahteen pääongelmaan:

1. Kuinka monipuolista apua matematiikan kirjasarjojen oppimateriaalit tarjoavat opettajille 2. luokan oppilaiden arvioimiseen?
 - Kuka on arvioinnin suorittaja?
 - Mitä suositellaan arvioitavaksi?
 - Mihin tarkoitukseen arviointia suositellaan tehtäväksi?
 - Mitä välineitä annetaan arvioinnin avuksi?
2. Kuinka 2. luokan matematiikan kirjasarjat tukevat opettajaa säännöllisen ja jatkuvan arvioinnin suorittamisessa?

4 Tutkimuksen toteutus

4.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto on dokumentteihin perustuva, ja se on tehty vertailemalla olemassa olevia oppimateriaaleja. Tutkittavat kirjasarjat olivat Matikka, Uusi Matikkamatka ja Tuhattaituri. Aineiston valinta tehtiin harkinnanvaraisesti. Tutkimukseen haluttiin kattavasti erilaisia materiaaleja, jotta saataisiin yleisempi kuva oppimateriaalien antamista mahdollisuuksista. (Eskola & Suoranta, 2008.) Matikka (SanomaPro 2012) ja Tuhattaituri (Otava 2013) valikoituivat mukaan kahden suurimman kustantajan ehdotusten ja kirjojen markkinoinnissa käytettyjen materiaalien perusteella, jolloin kustantajien oma käsitys kirjasarjan ominaisuuksista nousi tärkeään osaan. Samantyyppisiä perusteluja on käytetty myös muissa oppikirja-analyyseissä (Perkkilä, 1998). Koska nämä kirjasarjat vaikuttivat hyvin samantyyppisiltä, mukaan otettiin myös Uusi Matikkamatka (SanomaPro 2012), joka vaikutti ainakin joiltain osin poikkeavan edellisistä.

Tutkimukseen valittiin toisen luokan oppimateriaali. Valintaa perustellaan sillä, että opetussuunnitelmassa annetaan toisen vuosiluokan jälkeen kuvaus oppilaan hyvästä matematiikan osaamisesta (Opetushallitus, 2004). Koska opetussuunnitelman mukaista opetusta voidaan toteuttaa monella tavalla ja oppikirjasarjojen painotukset ovat hieman erilaisia, oli tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaista, että oppimistulosten arvioinnin kriteerit olivat samat. Yhteisen normin merkitys ei ole niin suuri silloin, kun tutkitaan arviointia sen ohjaavassa ja kehittävässä merkityksessä, mutta korostuu silloin, kun arviointi kohdistuu tulosten, tässä tapauksessa siis oppimistulosten, mittaamiseen.

Kustantajien tarjoamasta runsaasta materiaalista tutkimukseen valittiin opettajan opas ja oppilaan kirja. Lisäksi mukana olivat erilliset koemateriaalit ja sähköiset materiaalit. Tutkimuksessa ei analysoitu lisämateriaalia, joka sisältää erillisiä harjoitusvihkoja, opetuskalvoista koostuvaa materiaalia sekä erillisiä vastauskirjoja. Myös laulu-cd:t, käsinuket ja muu oheismateriaali jäivät analyysin ulkopuolelle, sillä ne eivät sisällä arviointia käsittelevää materiaalia.

4.2 Tutkimusaineiston analysointi

Ensimmäisessä vaiheessa tutkimusaineistoon perehdyttiin kvantitatiivisella sisällön erittelyllä. Tarkoituksena oli muodostaa aineistosta kokonaiskuva (Tuomi & Sarajärvi, 2013). Tämä toteutettiin luokittelemalla koko aineiston jokainen sivu sisällön mukaan viiteen erilaiseen kategoriaan. Perussivu neuvoo yksittäisen tunnin toteuttamisessa. Vihjesivu antaa tietoa kirjan sisältämisestä mahdollisuuksista tai sisältää pedagogista tietoa. Testisivuilla on valmiita kokeita ja testejä. Monistepohjat ja Eriytävä materiaali -sivut sisältävät mm. oppimislejää ja lisämateriaalia. Muut-kategoriaan jäivät edellisten ulkopuolelle jäävät sivut, kuten erilliset diplomit ja käsityöohjeet. Tämän jälkeen jokainen arviointiin liittyvä ohje merkittiin liimalapuun myöhempää analyysiä varten. Luokittelun luotettavuuden parantamiseksi jokaisesta kirjasarjasta arvottiin 30 sivua. Ne annettiin luokiteltavaksi ulkopuoliselle henkilölle, joka ei ollut opettaja. Hän luokitteli sivut tutkijan käyttämien kriteerien mukaan ja tulos oli 98 prosenttisesti yhtenevä tutkijan luokittelun kanssa.

Seuraavaksi tutkittiin, millaisia aiemmin merkityt arviointiohjeet olivat. Tämän vaiheen tarkoituksena oli selvittää, kuinka monipuolista arviointimateriaalia oppimateriaaleista löytyy. Löytyneet arviointiohjeet jaoteltiin arvioinnin osatekijöiden mukaan neljään ryhmään: arvioija, arvioinnin kohde, arvioinnin tarkoitus ja arvioinnin välineet (ks. taulukko 1). Lisäksi kiinnitettiin huomiota erityyppisten ohjeiden esiintymistiheyteen.

Erittelyvaiheiden jälkeen tutkimuksessa siirryttiin kvalitatiiviseen sisällön analysoimiseen. Ilmiötä pyrittiin kuvaamaan sanallisesti ja ymmärtämään laajemmin sitä kontekstia, missä tutkimuksen kannalta kiinnostavat asiat sijaitsivat (Tuomi & Sarajärvi, 2013). Kaikki ohjeet analysoitiin niiden antaman tiedon tason mukaan. Ohjeet jakautuivat selkeästi kahteen luokkaan: käytännön neuvoihin ja pedagogisiin neuvoihin. Viimeisessä vaiheessa tutkittiin, miten opettajia autetaan arvioimaan oppilaita jatkuvasti ja säännöllisesti opetusjaksojen aikana. Perussivut antavat ohjeita yksittäisten oppituntien rakenteesta, tavoitteista ja opetettavasta asiasta, jolloin opettajat lukevat niitä useammin kuin alussa olevia teoriasivuja. Tutkimuksessa ajateltiin, että sarjoissa, joissa arviointiohjeet sijaitsevat perussivuilla ohjeet ovat helposti opettajan saatavilla ja ne tulevat esiin silloin, kun oppikirjan tekijät ajattelevat ne ajankohtaisiksi. Jos ohjeet sijaitsevat teoriaosuudessa niiden löytäminen ja lukeminen jää enemmän opettajan oman aktiivisuuden varaan. Sen vuoksi jatkuvuutta tutkittiin juuri perussivujen sisältämien ohjeiden avulla. Edellisissä vaiheissa saatujen tietojen pohjalta tehtiin yhteenveto siitä,

minkä tasoisia ohjeita (käytännön ohje/pedagoginen ohje) opettajat saavat päivittäiseen työhönsä (ks. taulukko 2). Lisäksi pyrittiin selvittämään, ohjataanko opettajaa formatiiviseen vai summatiiviseen arviointiin. Tätä tutkittiin kartoittamalla, missä kohtaa opintojaksoa ohjeet sijaitsivat.

5 Tulokset

Tutkimustulokset on jaoteltu kahteen osaan, joista ensimmäisessä tarkastellaan sitä, kuinka monipuoliseen arviointiin oppimateriaalisarjat antavat ohjeita. Toisessa osassa keskitytään siihen, kuinka jatkuvaan arviointiin ne opettajaa ohjaavat.

5.1 Arviointimateriaalin monipuolisuus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka monipuolista apua materiaalit tarjoavat opettajalle. Tätä lähestytään arvioinnin osatekijöiden kautta (arvioija, arvioinnin kohde, arvioinnin tarkoitus, arvioinnin välineet). Arvioinnin osa-tekijät ja niiden erilaiset ilmenemismuodot on koottu taulukkoon 1. Osatekijöiden esiintymistä arviointia koskevilla ohjeilla tarkastellaan kirjasarjoittain eriteltyinä.

Taulukko 1. Monipuolisen arvioinnin toteutuminen eri oppimateriaalisarjojen arvioinnin osatekijöiden mukaan tarkasteltuna

	Matikka	Uusi Matikkamatka	Tuhattaituri
<i>Arvioija</i>			
opettaja	usein	usein	usein
itsearviointi	systemaattista 2 kertaa lomake lukukaudessa ja perustestien yhteydessä	systemaattista jakson lopussa oppilaan kirjassa itsearviointisivu, erillinen itsearviointilomake, formatiivisten kokeiden yhteydessä	systemaattista jokaisen jakson lopussa itsearviointiaukeama
vertaisarviointi	ei ohjeisteta käyttämään, esiintyy satunnaisesti leikkien yhteydessä	mainitaan teoriaosassa	ei ohjeisteta käyttämään.
osallistava arviointi	ei mainita	ei mainita (teoriaosassa kuitenkin ohje, joka ohjaa osallistavaan arviointiin)	ei mainita
<i>Arvioinnin kohde</i>			
oppimistulos	aina	usein	aina
prosessi	mainittu teoriaosuudessa ja itsearviointiohjeessa	mainitaan teoriaosassa oppimisen seurantakaavake	mainitaan kertotaulujen yhteydessä
<i>Arvioinnin tarkoitus</i>			
diagnostinen	ei varsinaisia testejä, mutta lukukauden viimeisiä testejä voidaan käyttää myös diagnostisina	lähtötasotesti	alkutesti
formatiivinen	systemaattista, jokaisessa jaksossa testi	systemaattista, jokaisessa jaksossa testi	systemaattista jokaisessa jaksossa oppilaan kirjassa aukeama, jota voidaan käyttää testinä
summatiivinen	systemaattista, jokaisessa jaksossa koe	systemaattista, jokaisessa jaksossa koe ja päättökoe keväällä	systemaattista jokaisessa jaksossa koe ja päättökoe keväällä
kasvun tukeminen	mainittu teoriaosassa ja itsearviointiohjeessa	mainitaan teoriaosassa	ei mainita
oppilaiden vertaileminen	ei mainita	ei mainita	ei mainita
<i>Arvioinnin välineet</i>			
kokeet ja testit	runsaasti	runsaasti	runsaasti
itsearviointi- välineet	itsearviointikaavakkeet sähköinen itsearviointi	itsearviointiaukeamat oppikirjassa itsearviointilomakkeet	itsearviointiaukeamat oppilaankirjassa
muut	portfolio arviointikeskustelu seurantalomake sähköinen palautussalkku	arviointikeskustelu haastattelu seurantalomake	seurantalomake

Kaikissa tarkastelluissa oppimateriaaleissa opettajalla on suuri rooli arvioinnin suorittajana. Kokeet ja testit, joihin oppilaiden arviointi tutkituissa materiaaleissa pitkälti perustuu, ovat opettajan työvälineitä. Itsearviointi on kaikissa materiaaleissa huomioitu systemaattisesti. Toteutustapana on oppikirjansivu tai erillinen kaavake, johon oppilaat värityvät omaa osaamistaan kuvaavan kuvion. Tutkimuksessa käytetyn opetussuunnitelman (2004) mukaan arvioinnin suorittajaksi määritellään opettaja. Sen lisäksi edellytetään ohjaamista itsearviointiin. Nämä toteutuvat kaikissa tutkituissa materiaaleissa. Vertaisarviointi mainitaan Uusi Matikkamatka -sarjan teoriaosassa, mutta varsinaisia välineitä tai ehdotuksia sen toteuttamiseen ei osoiteta. Paritehtäviä, joissa lapset ratkaisevat tehtäviä yhdessä, esiintyy kuitenkin kaikissa materiaaleissa. Osallistavaa arviointia ei mainita suoraan missään tutkituista materiaaleissa. Uusi Matikkamatka -sarjassa annetaan kuitenkin ohje, joka on osallistavaa arviointia. Opetussuunnitelma (2004) ei edellytä vertaisarviointia tai osallistavaa arviointia, mutta uuteen opetussuunnitelmaan (2014) vertaisarviointi on lisätty.

Tutkimuksen mukaan arvioinnissa painottuvat oppimistulokseen eli tietoihin ja taitoihin liittyvät seikat. Ohjeissa kerrotaan testien ja kokeiden mittaavan sitä, kuinka hyvin jakson aikana opitut sisällöt hallitaan. Oppimisprosessin seuraamiseen liittyvien ohjeiden ja välineiden painotus vaihtelee paljon oppimateriaalien välillä. Tuhattaituri-sarjassa prosessi mainitaan kerran. Tämä ohje liittyy siihen, että samaa testiä toistamalla oppilaat voivat verrata omia saavutuksia aikaisempiin saavutuksiin ja osaamisen kasvaminen tulee tätä kautta näkyväksi. Toiset materiaalit ohjaavat teoriaosassaan seuraamaan matemaattisten taitojen kehitystä. Kaikki materiaalit antavat seuraamisen avuksi lomakkeen. Matikka ja Tuhattaituri -sarjojen seurantalomakkeen avulla opettaja voi seurata, millaisissa tehtävätyypeissä oppilas tarvitsee harjoitusta. Sen avulla ei kuitenkaan pysty suoraan näkemään, mitkä sisällöt oppilas jo osaa ja missä hän tarvitsee lisäharjoitusta. Uusi Matikkamatka -sarjan lomake perustuu sen sijaan siihen, että opettaja pystyy seuraamaan, mitkä sisällöt oppilas jo hallitsee.

Kaikki oppimateriaalit sisältävät erilaisia tarkoituksia varten tarkoitettuja testejä ja kokeita. Ne on eroteltu selkeästi ja opettajan on helppo tietää, mihin tarkoitukseen testi tai koe on tarkoitettu. Kaikissa materiaaleista löytyy oppimisen seuraamiseen nimettyjä formatiivisia testejä ja oppimistulosten arviointiin nimettyjä summatiivisia jaksojen päättökokeita. Uusi Matikkamatka ja Tuhattaituri sisältävät myös diagnostisia testejä ja Matikka-sarjassakin ehdotetaan lukukauden viimeisen kokeen tuloksia käytettäväksi seuraavan lukukauden alussa diagnostisessa merkityksessä.

Matikka ja Uusi Matikkamatka -sarjojen materiaaleista mainitaan teoriaosassa arvioinnin merkityksellisyys oppilaiden kasvun tukemisessa. Missään materiaalissa ei sen sijaan suoraan ohjata vertailemaan lasten tuloksia. Tämä on myös opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2014) näkemys asiasta. Toisen luokan arvioinnin katsotaan olevan opintojen aikaista arviointia, jolloin sen tarkoitus on ohjata ja kannustaa. Kokeiden avulla opettaja voi kyllä saada selville,

minkä tasoisia tehtäviä kullekin oppilaalle on tarkoituksenmukaista antaa. Kaikki materiaalit tarjoavat lisäharjoituksia oppilaille, jotka sitä tarvitsevat.

Arvioinnin avuksi tarjotut välineet painottuvat hyvin pitkälle perinteisiin kokeisiin ja testeihin. Matikka-sarjan sähköinen materiaali sisältää myös palautussalkun, johon oppilaat voivat tallentaa tehtäviään. Testien lisäksi jokainen oppimateriaalisarja antaa välineitä jatkuvan itsearvioinnin toteuttamiseen. Välineinä ovat oppilaankirjan itsearviointiaukeamat ja erilliset kaavakkeet sekä kokeiden lopussa sijaitsevat itsearviointiosuudet. Arvioinnin kohteena on usein oppilaan selviytyminen annetuista tehtävistä. Uusi Matikkamatka ja Matikka -sarjoissa itsearviointiin kuuluu myös omien työskentelytaitojen arviointia. Muista arvioinnin välineistä aineistossa mainitaan portfolio ja arviointikeskustelu. Näiden toteuttamiseen ei kuitenkaan anneta tarkempia ohjeita. Uusi Matikkamatka kehottaa käyttämään oppilashaastatteluja täydentämään testien tuloksia.

Tutkituissa materiaaleissa korostuivat siis perinteisiin muotoihin perustuvat arviointimenetelmät. Vaikka uusiakin muotoja materiaaleista löytyi, ne usein jäivät teoriaosan vihjesivuilla olevaksi tiedoksi, jonka tueksi ei annettu käytännön toteutusmalleja tai välineitä. Konkreettiset neuvot jäivät yksittäisten mainintojen varaan. Poikkeuksena voidaan todeta itsearvioinnin systemaattinen tukeminen, jota esiintyi kaikissa materiaalisarjoissa. Eniten arviointia koskevia ohjeita oli Uusi Matikkamatka -sarjassa. Ne olivat enimmäkseen pedagogisia ja niiden avulla muodostunut kuva arvioinnista oli tutkituista materiaaleista monipuolisin. Matikka-sarja taas esitteli eniten uudemmasi luokiteltuja formatiivisia arvioinnin välineitä.

5.2 Arviointiohjeiden laatu ja jatkuvuus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää myös sitä, kuinka matematiikan oppimateriaalit tukevat opettajaa arvioinnin jatkuvuuden vaatimuksen toteuttamisessa. Opettajan säännöllisessä käytössä olevilla perussivuilla esiintyvien arviointiohjeiden määrä vaihtelee paljon oppimateriaalisarjojen välillä. Tuhattaituri-sarjassa lähes kaikki (23/27) arviointiin liittyvät ohjeet sijaitsevat perussivuilla ja Matikka -sarjassakin yli puolet (12/22). Uusi Matikkamatka -sarjan arviointiohjeita sisältävistä sivuista sen sijaan vain 8/32 on perussivuja.

Opettajan oppaiden perussivuilla olevien ohjeiden määrän lisäksi niiden laatu vaihteli kirjasarjojen välillä. Laadultaan ne olivat joko käytännön ohjeita tai pedagogisia ohjeita. Käytännönneuvot liittyivät kokeiden järjestämisen käytäntöihin, kokeiden rakenteeseen, arvioinnin suorittamisen aikatauluihin ja siihen, mistä materiaalit löytyvät.

*Summatiivinen koe I s.329. Kokeen päässälaskut ovat oppaan sivulla 328.
(2a Tuhattaiturin opettajan opas)*

*... kokeet rakentuvat perustehtävistä, sovellustehtävistä ja ongelmatehtävistä
(Matikka 2, koepaketti A ja B)*

Pedagogisiin neuvoihin laskettiin sellaiset ohjeet, jotka sisälsivät perustelua tai antoivat käytännön työkaluja arvioinnin suorittamiseen tai lapsen matemaattisen kehityksen seuraamiseen.

Näitä lomakkeita voidaan hyödyntää mm. huoltajan ja opettajan välisissä arviointikeskusteluissa. Lomakkeet voidaan liittää esim. oppilaiden arviointikansioihin tai matematiikkasalkkuihin (portfolio). Näin oppilas voi itsekin seurata matemaattisten taitojensa ja ajattelunsa kehittymistä. (Matikka 2, Opettajan kirja syksy ja kevät)

Testin avulla on mahdollista löytää ne oppilaat, jotka tarvitsevat tukiopetusta 2,5 ja 10 kertotauluissa” (2b, Tuhattaituri opettajan opas)

Käytännön neuvot ja pedagogiset neuvot saattoivat myös sekoittua siten, että sama ohje sisälsi elementtejä molemmista kategorioista.

Formatiivinen koe 1 voidaan toteuttaa kertaussivujen jälkeisellä oppitunnilla. Kokeen jälkeen joidenkin oppilaiden kanssa on hyvä kerrata jakson asioita... Sopivan harjoittelun jälkeen toteutetaan summatiivinen koe 1. (Uusi Matikkamatka 2, syksy, opettajan opas)

Oppimisprosessin arviointi edellyttää systemaattista oppimisen seuranta...Opettajan oppaan sivulla 16-17 on lomake seuranta varten. (Uusi Matikkamatka 2, kevät, opettajan opas)

Myös ohjeiden sijainnissa oli eroa. Ohjeet sijaitsivat joko keskellä jaksoa, jolloin ne luokiteltiin jakson aikaiseksi, tai kahdella viimeisellä aukeamalla, jolloin ne luokiteltiin jakson lopussa oleviksi. Taulukkoon 2 on koottu yhteenveto kirjasarjojen perussivuilla esiintyvien ohjeiden sijainnista ja laadusta.

Taulukko 2. Arviointiohjeiden sijoittuminen oppimateriaalisarjoissa

	Matikka		Uusi Matikkamatka	Tuhattaituri		
	jakson aikana	jakson lopussa	jakson aikana	jakson lopussa	jakson aikana	jakson lopussa
Arviointiohjeita sisältäviä perussivuja yhteensä	3	9	2	6	5	18
Perussivut, joilla on käytännön ohjeita arviointiin	3	9	0	6	5	18
Perussivut, joilla on pedagogisia ohjeita arvioinnista	2	4	2	6	2	0

Tutkimuksessa kävi ilmi, että kaikissa kirjasarjoissa suurin osa perussivujen vihjeistä on jaksojen lopussa kahden viimeisen aukeaman kohdalla. Näissä ohjeissa on sekä formatiiviseen että summatiiviseen arviointiin liittyviä ohjeita. Osa ohjeista käsittelee itsearviointin toteuttamista. Opintojaksojen aikana esiintyvät arviointiohjeet jäävät kaikissa sarjoissa yksittäisiksi.

Perussivuilla olevien ohjeiden määrän lisäksi niiden laatu vaihtelee kirjasarjojen välillä. Eniten pedagogisia neuvoja oli Uusi Matikkamatka -sarjassa, vaikka siinä perussivuilla olevia ohjeita on vähiten. Tuhattaiturissa ohjeita on melko paljon, mutta ne ovat sijoittuneet jaksojen loppuun ja ovat tyypiltään käytännöllisiä. Matikka-sarja sisältää tasaisesti sekä käytännön ohjeita että pedagogisia neuvoja. Perussivuilla olevat ohjeet painottuvat vahvasti käytännön ohjeisiin. Pedagogisia ohjeita on huomattavasti vähemmän. Poikkeuksena voidaan pitää Uusi Matikkamatka -sarjaa, jossa käytännön ohjeiden lisäksi jokaisella arviointiohjeita sisältävällä sivulla on myös arviointiin liittyviä pedagogisia ohjeita.

Perussivuilla sijaitsevat käytännön ohjeet koskevat arvioinnin suorittamisen ajankohtaa ja arvioinnin avuksi osoitetun materiaalin sijaintia. Huomionarvoista on se, että kaikissa kirjasarjoissa myös formatiivisiksi nimetyt testit sijoittuvat jaksojen loppuun, usein vasta summatiivista koetta edeltävälle tunnille. Näin ollen voidaan kyseenalaistaa, ovatko kirjantekijöiden formatiivisiksi nimeämät testit todella formatiivisia oppimista seuraavia ja ohjaavia, vai ovatko ne oikeastaan sittenkin summatiivisia jakson aikana opittujen asioiden osaamista kontrolloivia testejä. Se, miten näiden testien tuloksia opetuksessa käytetään, jää opettajan vastuulle. Formatiivisina niitä voidaan pitää, jos opettaja esimerkiksi suunnittelee jakson kertaustuntien oppilaskohtaisen eriyttämisen testin avulla saamansa tiedon pohjalta. Tällaiseen toimintaan oppimateriaalit eivät kuitenkaan ohjaa. Jaksojen loppuihin sijoittuvat ohjeet perustelevat kokeiden ja itsearviointin merkitystä ja kertovat niiden tarkoituksen. Lisäksi jaksonaikaisista ohjeista kaksi ohjaa muun menetelmän kuin testin käyttämiseen arviointitarkoituksessa.

Arviointiohjeiden ja -menetelmien voidaan todeta olevan järjestelmällisiä. Ne sijoittuvat opintojaksojen loppuun. Silloin kaikkien materiaalien mukaan on aika suorittaa summatiivinen koe, jonka avulla selvitetään jaksossa opiskeltujen asioiden hallintaa. Voidaan siis todeta, että oppimateriaalit ohjaavat jatkuvaan arviointiin, jota suoritetaan useita kertoja lukuvuodessa jokaisen opintokokonaisuuden lopussa. Opintojaksojen aikaiseen arviointiin materiaalit eivät juurikaan anna ohjeita tai välineitä.

6 Pohdinta

Uuden laajentuneen käsityksen mukaan arvioinnissa on perehdyttävä oppilaaseen ja hänen osaamiseensa monipuolisesti. Arviointi ei myöskään saisi perustua yksipuoliseen, pelkästään tietystä samanlaisena toistuvasta arviointitilanteesta hankittuun tietoon. (Virta, 1999.) Erilaisissa tilanteissa ja monipuolisilla menetelmillä suoritettavaan tiedon systemaattiseen keräämiseen ja hyödyntämiseen tutkitut materiaalit eivät kovin paljon ohjanneet. Uusien työskentelytapojen käyttöönotto on kuitenkin hidasta (Saarinen & Tuominen, 2007) ja arviointi seurailee hitaasti opetuksessa tapahtuvia muutoksia (Linnakylä & Kupari, 1996). Testien epätäydellisyydestä kirjoittaa Matti Koskenniemi jo vuonna 1967. Hänen mukaansa ne saattavat antaa objektiivisen kuvan oppilaan

aikaansaannoksista, mutta eivät anna täydellistä tai edes oikeaa kuvaa yksilöstä itsestään. (Koskenniemi, 1967.) Kuitenkin testit ovat vieläkin, lähes 50 vuotta myöhemmin, hallitsevassa asemassa oppilasarvioinnin välineenä.

Uusi opetussuunnitelma (Opetushallitus, 2014) asettaa arvioinnille lisää vaatimuksia. Edelleen korostetaan arvioinnin monipuolisuutta ja säännöllisyyttä. Sen tulee myös olla kannustavaa ja ohjaavaa. Opetussuunnitelmassa on huomioitu arvioinnin merkitys lapsen henkiselle kasvulle ja kehittymiselle. Siksi pyritään siirtämään arvioinnin painopiste pois siitä, minkä arvoisesti lapsi jonkun asian hallitsee siihen, mitä hän sillä hetkellä osaa ja mitä hän seuraavaksi saa alkaa harjoitella. Lisäksi korostetaan oppimisprosessia ja sitä, että lapselle annetaan mahdollisuus nähdä ja seurata omaa oppimistaan. Arviointi mielletään vuorovaikutukseksi. Opettajan antaman arvioinnin ja itsearviointin lisäksi esiin nostetaan vertaisarviointi. (Opetushallitus, 2014.)

Oppimateriaalisarjat antavat arviointiin erilaisia apuvälineitä ja opettaja käyttää niitä oman harkintansa mukaan. Tutkimuksessa kävi ilmi, että arvioinnin apuvälineet ovat kaikissa materiaaleissa melko samanlaisia ja painottuvat pitkälti perinteisiin opettajan johdolla tehtäviin yksilön suoriutumista mittaaviin määrällisiin menetelmiin. Niiden avulla voidaan saada selville, kuinka hyvin oppilas suoriutuu oppitunneilla harjoitelluista matemaattisista tehtävistä. Ne eivät kuitenkaan suoraan anna kuvaa siitä, miten oppilas on ratkaisuun päätenyt ja millaista hänen matemaattinen ajattelunsa on.

Materiaaleissa on ollut viitteitä uudenlaisesta suunnasta (Saarinen & Tuominen, 2007). Mainintoja uudenlaisten arviointimenetelmien mahdollisuuksista löytyi jonkin verran nyt tutkituista materiaaleista. Ne eivät vielä olleet järjestelmällisiä, systemaattisen ja jatkuvan arvioinnin apuvälineitä, vaan jäivät enimmäkseen yksittäisiksi neuvoiksi, joita opettaja ei välttämättä huomaa kaiken muun tarjolla olevan materiaalin joukosta. Koska lähtökohtana on, että jokainen oppilas on oikeutettu monipuoliseen arviointiin, tulisi ohjeiden olla jatkossa systemaattisia ja helposti löydettävissä olevia, jotta kaikki opettajat ne huomaisivat ja voisivat ottaa päivittäiseen käyttöön.

Tutkimusta olisi mielenkiintoista laajentaa koskemaan myös vanhemmille oppilaille suunnattuja materiaaleja. On mahdollista, että ne sisältävät erilaisia kehittyneempää ajattelua ja vuorovaikutustaitoja vaativia menetelmiä kuin alkuopetukseen juuri koulunsa aloittaneille oppilaille suunnatut menetelmät. Tällaisia vanhemmille oppilaille suunnattuja menetelmiä ovat esimerkiksi Tuhattaiturin viidesluokkalaisille ehdottama matikkakeskustelu ja Matikka-sarjan salkkuarviointi. Myös sähköisen materiaalin mukanaan tuomat mahdollisuudet ovat kiinnostavia. Nykyisellään ne koostuvat vielä aika pitkälle opettajan oppaissa olevista materiaaleista, jotka on siirretty uuteen ehkä kätevämmiin käytettävään muotoon. Kuitenkin kehityksen tuloksena myös erilaisten arviointimuotojen käyttäminen mahdollistuu uudella tavalla.

Itsearviointin merkitys on tiedostettu jo pitkään ja opettajia on velvoitettu sen hyödyntämiseen opetussuunnitelmissakin. Itsearviointi onkin huomioitu kaikissa

tutkituissa materiaaleissa ja sen toteuttamiseen on annettu välineitä. Itsearviointiin syvin tarkoitus on, että oppilas aidosti miettisi, millaisia taitoja hänellä jo on ja mihin hänen tulisi huomiotaan suunnata. (Holopainen, Ikonen, Ojala, Virtanen, Hietanen, Kovanen, Kuorelahti & Rönty 2001) Tässä tutkimuksessa mukana olleet materiaalit ohjasivat usein oppilasta arvioimaan sitä, kuinka hyvin he suoriutuivat tekemästään testistä. Kuitenkin myös työskentelyyn ja omaan opiskeluun liittyviä taitoja oli kysytty ikätasolle sopivalla tavalla.

Jatkuvan arvioinnin toteutumista tutkittaessa ongelmaksi nousee kysymys siitä, mikä on jatkuvaa arviointia. Onko jatkuvaa se, että arviointi suoritetaan säännöllisesti kaksi kertaa vuodessa lukukausitodistusten muodossa? Vai täytyykö jatkuvan arvioinnin jatkuvuuskriteeri silloin, kun arviointia tehdään jokaisen jakson lopussa tai viikoittain tai päivittäin? Uuden opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2014) hengen mukaista on, että jatkuva arviointi tarkoittaa myös jaksojen aikana tapahtuvaa arviointia. Tutkituissa materiaaleissa arviointi painottui jaksojen loppukokeisiin. Jaksojen aikaisiin arviointiohjeisiin ja käytänteisiin olisi tulevissa oppimateriaaleissa syytä kiinnittää huomiota.

Hyvän arvioinnin suorittamisen edellytyksenä on se, että opettajalla on näkemys siitä, mitä hän arvioi sekä miksi ja miten hän arviointia toteuttaa (Vuori, 1999). Tässä tutkimuksessa painopiste oli siinä, tarjoavatko materiaalit tarpeeksi tukea, jotta laadukas arvioiminen on edes teoriassa mahdollista. Se, kuinka opettajat näitä mahdollisuuksia käytännössä käyttävät, ei tässä tutkimuksessa selviä. Jatkossa olisikin mielenkiintoista tutkia, kuinka opettajat käyttävät opettajan oppaan mahdollisuuksia. Tyytyvätkö he arvioimaan oppilaitaan ainoastaan summatiivisten kokeiden perusteella vai käyttävätkö he muita menetelmiä rinnalla. Mielenkiintoista olisi myös tutkia sitä, miten opettajat käyttävät testeistä ja kokeista saamansa tietoa. Käyttävätkö he sitä oppimistulosten tason mittarina vai esimerkiksi eriyttämisen tai opetuksen suuntaamisen apuna, kuten uudessa opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2014) edellytetään.

Lopputuloksena on, että ne tavoitteet, jotka opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2004) on suoraan määritelty, toteutuvat kaikissa materiaaleissa. Materiaalien avulla on mahdollista toteuttaa arviointia monipuolisilla menetelmillä, vaikka niiden käyttämiseen ei suoraan ohjata. Tämä vaatisi kuitenkin opettajalta aktiivisuutta ja taitoa soveltaa annettuja materiaaleja ja kiinnostusta laadukkaan arvioinnin suorittamista kohtaan. Uudessa opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2014) velvoitetun vertaisarvioinnin toteuttaminen jää hyvin paljon opettajan itsensä varaan. Jatkossa oppimateriaalien tekijät voisivat auttaa opettajia monipuolisen arvioinnin toteuttamisessa sijoittamalla arviointiohjeet osaksi päivittäistä opetusta ja laajentamalla materiaalien tarjoamaa käytännön materiaalia uusien arviointikäytäntöjen suuntaan.

Lähteet

- Atjonen, P. (2007). Eettinen näkökulma arviointiin: Miten ja kenen hyvää etsitään? *Didacta Varia*, 12(2) s. 31–41.
- Atjonen, P. (2007). Hyvä, paha arviointi. Jyväskylä: Gummerus.
- Eloranta, S. (2000). Kehityskeskustelu vanhempien näkökulmasta. Teoksessa J. Vuorinen (toim.), *Arviointi ja kehityskeskustelu*. Opetus 2000. (s. 64–85). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Eskola, J. & Suoranta, J. (2008). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 8. painos (1.painos 1998)*. Jyväskylä: Gummerus.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Hilpelä, J. (2004). Kasvatusvastuusta tulosvastuuseen. *Kasvatus*, 35(4), s. 435–444.
- Hirsjärvi, S. (1983). *Kasvatustieteen käsitteistö*. Helsinki: Otava.
- Hirvonen, K. (2012). *Onko laskutaito laskussa? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2011*. Tampere: Opetushallitus.
- Holopainen, P., Ikonen, O., Ojala, T., Virtanen, P., Hietanen, A., Kovanen, P., Kuorelahti, M. & Rönty, S. (2001). Oppilaan yksilötason arviointi. Teoksessa P. Holopainen, O. Ikonen & T. Ojala (toim.), *Arviointi opetuksen ja oppimisen ohjausta tukevana toimintana*. Opetushallitus. (s. 88–147). Helsinki: Hakapaino.
- Hovila, E. (2009). ”Napakka teksti – huomiota myös pilkulle!” Äidinkielen opettajat palautteenantajina. Pro gradu- tutkielma. Jyväskylän yliopisto. https://jyx-jyu-fi.libproxy.helsinki.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21301/URN_NBN_fi_jyu-200908063494.pdf?sequence=1 Luettu 7.8.2013.
- Ihme, I. (2009). *Arviointi työvälineenä. Lasten ja nuorten kasvun tukeminen*. Opetus 2000. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Jakku-Sihvonen, R. & Heinonen, S. (2001). *Johdatus koulutuksen uudistuvaan arviointikulttuuriin*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. (2007). Minkälaiseen matemaattiseen osaamiseen peruskoulussa käytetty materiaali ohjaa? Teoksessa K. Merenluoto, A. Virta, & P. Carpelan (toim.), *Opettajankoulutuksen muuttuvat rakenteet. Ainedidaktinen symposium 9.2.2007*. (s. 184–192). Turku: Painosalama.
- Kananoja, S. (1999). *Arviointi lasten kehityksen seurannassa. Oppilasarviointi eriyttämisen tukena peruskoulussa. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia n:ro 202*. Helsinki: Hakapaino.
- Kansanen, P. (1997). Opetusprosessin arviointi. Teoksessa R. Jakku-Sihvonen (toim.), *Onnistuuko oppiminen -oppimistuloksien ja opetuksen laadun arviointiperusteita peruskoulussa ja lukiossa*. (s. 429–437). Helsinki: Yliopistopaino.
- Karjalainen, A. (2001). *Tentin teoria*. Oulun yliopisto. Väitöskirjatyö. Oulu: Oulun yliopistopaino.
- Koppinen, M-L., Korpinen, E. & Pollari, J. (1999). *Arviointi oppimisen tukena*. Juva: WSOY
- Koskenniemi, M. (1967). *Opettamisen taito. Johdatusta toisen asteen koulun opettajan työhön*. Helsinki: Otava.
- Lappalainen, M. (1997). *Opetus, oppiminen ja arviointi. Turun yliopiston arviointi järjestelmän rakentaminen*. Turku: Unipaps.
- Leppävuori, A. (2013). *Arvioinnin sietämätön vaikeus - Kolmen suomalaisen matematiikan oppikirjasarjan tarjoama tuki 2. lk:n oppilaiden arviointiin*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto.
- Linnakylä & Kupari (1996). Autenttinen arviointi peruskoulun opiskelua ja arviointimenetelmiä uudistamassa. Teoksessa A. Räisänen, & T. Frisk (toim.), *Silta uuteen opiskelija-arviointiin. Arviointia opiskelija-arvioinnista*. (s. 95–122). Helsinki: Yliopistopaino.

- Metsä, S. (2001). Kallion lukion puheilmaisuuden opettajien näkemyksiä palautteen annosta. Pro Gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto. [https://jyx-juu-fi.libproxy.helsinki.fi/dspace/handle/123456789/11233](https://jyx-juu.fi/libproxy.helsinki.fi/dspace/handle/123456789/11233) Luettu 7.8.2013.
- Merimaa, E. (2001). Arvioinnin taustalla oleva oppimiskäsitys, arvioinnin perusteet ja yleiset periaatteet. Teoksessa P. Holopainen, O. Ikonen & T. Ojala (toim.), *Arviointi opetuksen ja oppimisen ohjausta tukevana toimintana. Tukea tarvitsevien opetuksen kehittäminen kunnissa ja oppilaitoksissa*. (s.104–125). Helsinki: Hakapaino.
- Nieminen, S. (2012). Liikuttako arviointi? Opettajan näkökulmia liikunnan oppilasarviointiin. Pro gradu –tutkielma. Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitos. <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu05820.pdf> Luettu 10.8.2013.
- Novak, J.D. (2002). *Tiedon oppiminen, luominen ja käyttö. Käsitekartat työvälineinä oppilaitoksissa ja yrityksissä*. Alkuperäinen teos: (1998). Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Opetushallitus. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
- Pehkonen, L. & Krzywacki-Vainio H. (2007). Mathematics teaching in primary schools. Teoksessa E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen (toim.) *How Finns learn mathematics and science*. (s. 153–164). Rotterdam: Sense Publishers.
- Pehkonen, E. & Rossi, M. (2007). Some alternative teaching methods in mathematics. Teoksessa E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen *How finns learn mathematics and science*. (s. 143–154). Rotterdam: Sense.
- Perkkilä, P. (2002). Opettajien matematiikkauskomukset ja matematiikan oppikirjan merkitys alkuopetuksessa. Väitöskirja. Jyväskylä. Jyväskylän Yliopisto.
- Perkkilä, P. (1998). *Kahden alkuopetuksen matematiikan oppikirja-sarjan didaktinen analyysi*. Liseniaatin tutkimus. Jyväskylän yliopisto. <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/10442> Luettu 15.5.2013
- Perkkilä, P & Lehtelä, P-L. (2007). Learning environments in mathematics and science. Teoksessa E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen *How finns learn mathematics and science*. (s. 69–85). Rotterdam: Sense.
- Picford, R. & Brown, S. (2006). *Assessing skills and practice*. Oxon: Routledge. http://books.google.fi/books?id=bReUQa1JUN8C&prints=ec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Luettu 8.8.2013.
- Pispa, K. & Rantanen, S. 2007. *Opettajan opas-viisasten kivikö? Tutkimus kuudennen luokan matematiikan opettajan oppaista sekä oheismateriaaleista*. Pro gradu- tutkielma. Tampereen yliopisto. tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu01664.pdf Luettu 26.7.2013.
- Puolimatka, T. (2010). *Kasvatuksen mahdollisuudet ja rajat*. Uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino.
- Puolimatka, T. (2011) *Kasvatus arvot ja tunteet*. Uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino.
- Race, P., Brown, S. & Smith, B. (2005). *500 tips on assessment second edition*. London: Falmer.
- Raivola, R. (2000). *Tehoa vai laatua koulutukseen?* Juva: WS Bookwell.
- Robson, C. (2001). *Käytännön arvioinnin perusteet*. Tampere: Tammerpaino. alkuperäisteos (2000) Small-Scale evaluation. Thousand Oaks: Sage.
- Ryynänen, S. (2002). *Matematiikan saavutusten salkku matematiikan oppimisen tukena*. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu –tutkielma. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/10513/saryyn.pdf?sequence=1> Luettu 27.5.2016
- Saarinen, T. & Tuominen, R. (2007). *Lasken, siis opin? Analyysi viidennen luokan matematiikan oppimateriaaleista*. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteen pro gradu-tutkielma. tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu01855.pdf Luettu 27.7.2013.

- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2013). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Virta, A. (1999). *Uudistuva oppimisen arviointi*. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B:65. Turku: Painosalama.
- Yrjönsuuri, R. (1997). Matemaattisen ajattelun kehittymisen arviointiperusteita. Teoksessa R. Jakku-Sihvonen (toim.), *Onnistuuko oppiminen-oppimistuloksien ja opetuksen laadun arviointiperusteita peruskoulussa ja lukiossa*. (s. 154–162). Helsinki: Yliopistopaino.

Tutkitut materiaalit

- Asikainen, K., Haapaniemi, S., Mörsky, S., Tikkanen, A., Vehmas, P. & Voima, J. (2013) *Tuhattaituri 2a, Opettajan opas*. Helsinki: Otava.
- Asikainen, K., Haapaniemi, S., Mörsky, S., Tikkanen, A., Vehmas, P. & Voima, J. (2013) *Tuhattaituri 2b, Opettajan opas*. Helsinki: Otava.
- Lilli, M., Putkonen, H., Sinnemäki, J & Mikkonen, V. (2012) *Uusi Matikkamatka 2, syksy, opettajan opas*. Helsinki: SanomaPro.
- Lilli, M., Putkonen, H., Sinnemäki, J & Mikkonen, V. (2012) *Uusi Matikkamatka 2, kevät, opettajan opas*. Helsinki: SanomaPro.
- Okkonen-Sotka, P., Sintonen, A. & Uus-Leponiemi, T. (2012) *Matikka 2, syksy, Opettajan kirja*. Helsinki: SanomaPro.
- Okkonen-Sotka, P., Sintonen, A. & Uus-Leponiemi, T. (2012) *Matikka 2, syksy, Opettajan kirja*. Helsinki: SanomaPro.
- Okkonen-Sotka, P., Sintonen, A. & Uus-Leponiemi, T. (2007) *Matikka 2, koepaketti A, monistettavaa materiaalia* . Helsinki: SanomaPro.
- Okkonen-Sotka, P., Sintonen, A. & Uus-Leponiemi, T. (2007) *Matikka 2, koepaketti B, monistettavaa materiaalia* . Helsinki: SanomaPro.

EMOTIONS AND LEARNING IN THE CHEMISTRY LABORATORY

Minna Tiainen^a, Heidi Pietilä^b, Sanna Tyni^a

^a University of Oulu, Laboratory of inorganic chemistry

^b University of Oulu, Research unit of Sustainable chemistry

Abstract In this study, the first-year chemistry laboratory course was renewed and made more intensive, three weeks course. Students' experiences of the renewed course were examined by analyzing their learning diaries which they were encouraged to keep during the whole course. The purpose of this study was to find out how the intense coursework affects students' emotions and learning experiences. Thus, the learning diaries were analyzed in order to find out different emotions that students experienced during the course. These emotions were then classified and represented using a model based on a two-dimensional emotion theory. Diversity of students' emotions during the course gave us important information how emotions influenced on student's learning and achievement. For teacher it is valuable to understand and deal with the emotions experienced by students while planning and carrying out the laboratory course. This enables not only higher quality teaching, but also more positive learning outcomes for students regarding their chemistry laboratory studies.

FULL TEXT IN FINNISH.

Keywords Learning, emotions, chemistry, laboratory

TUNTEET JA OPPIMINEN KEMIAN LABORATORIO-OPETUKSESSA

Minna Tiainen^a, Heidi Pietilä^b, Sanna Tyni^a

^a Oulun yliopisto, Epäorgaanisen kemian laboratorio

^b Oulun yliopisto, Kestävä kemia ja luonnonaineet tutkimusyksikkö

Tiivistelmä Kemian koulutusohjelman ensimmäisen vuoden laboratorioskurssi uudistettiin kolmen viikon intensiivikurssiksi. Opiskelijoiden kokemuksia laboratorioskurssilta tutkittiin oppimispäiväkirjojen sisällönanalyysin avulla. Oppimispäiväkirjoista poimittiin opiskelijoiden mainitsema tunnetiloja, jotka esitettiin kaksiulotteiseen emootioteoriaan perustuvalla mallilla. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tiiviin työskentelytahdin vaikutusta opiskelijoiden kokemiin tunnetiloihin ja oppimisen kokemuksiin. Tunteiden vaihteluiden havainnointi kurssin eri vaiheissa antaa arvokasta tietoa oppimiskokemuksista. Tämän huomioiminen kurssien suunnittelussa ja toteutuksessa mahdollistaisi laadukkaamman opetuksen sekä positiivisempien oppimiskokemuksien muodostumisen kemian laboratorio-opinnoissa.

Avainsanat: Oppiminen, tunteet, kemia, laboratorio

1 Johdanto

Kemiassa laboratorio-opetuksella on keskeinen rooli ja sillä tunnustetaan olevan paljon etuja oppimisen kannalta. (Hofstein, 2004; Hofstein & Lunetta, 2004; Tobin, 1990; Nakhleh et al., 2002) Kokeellisen tieteen sisäistämisen kannalta on tärkeää päästä tekemään itse kokeita ja havaintoja sekä johtopäätöksiä niistä. Laboratorio-opetusta on kuitenkin yliopistoissa tarjolla yhä vähemmän, sillä opetus on kallista ja se tapahtuu työturvallisuuden takaamiseksi suhteellisen pienissä ryhmissä. Laboratorioskurssien aikataulut ovat tiukkoja, eikä opiskelijoille välttämättä jää kurssin aikana riittävästi aikaa pohtia tekemiensä havaintojen ja teorian yhteyksiä.

Opiskelijoiden tunteet laboratorio-opiskelua kohtaan vaihtelevat riippuen mm. heidän aikaisemmista kokemuksistaan. (Mallow et al., 2010) Työskentelyä laboratoriossa voidaan pitää innostavana, mutta toisissa se voi herättää ahdistusta ja jopa pelkoa. (Kurbanogl & Akim, 2010.) Yliopistotasolla opiskelijoiden negatiivisia tunteita laboratoriotyöskentelyn aikana ei ole juurikaan tutkittu. Opiskelijoiden asenteiden ja tunteiden muuttumista positiivisemmaksi kemian opiskelua kohtaan on havaittu edesauttavan mm. opettajan tavoitettavuus haastavien tehtävien ratkaisun aikana sekä opiskelijoiden yhteisöllinen oppiminen. (Berg, 2005)

Tunteilla on havaittu olevan keskeinen rooli oppimisessa. (Järvenoja & Järvelä, 2005; Ratner, 2007; Immordino-Yang & Damasio, 2007) Lisäksi opiskelijoiden kokemien tunteiden on havaittu vaihtelevan paljon oppimisen eri vaiheissa. (Shutz & DeCuire, 2002; Pekrun et al., 2002) Hyvää ja laadukasta oppimista edesauttaa opiskelijan sopiva tunne- ja vireystila. Tunne- ja vireystilaan voidaan oppimistilanteessa vaikuttaa opettajan ja

opiskelijoiden välisellä hyvällä vuorovaikutuksella ja ilmapiirillä. (Shibley & Zimmaro, 2002) Tunne voi vaikuttaa oppimiseen ja motivaatioon mutta se voi olla myös tulos oppimisprosessista. Sekä positiivisten, että negatiivisten tunteiden vaikutus oppimiseen on monimutkainen ja vaikeasti tutkittava ilmiö. (Pekrun et al., 2002) Sansonen ja Thomanin (2005) mukaan erilaisten tunteiden muodostamalla ketjuilla on myös vaikutusta oppimiseen.

Laboratio-opetuksessa, poiketen huomattavasti yleisemmästä saliluennoinnista, työmuistia ja havainnointikykyä kuormittavat mm. useat työskentelyyn ja työturvallisuuteen liittyvät asiat. Erityisesti laboratorio-opetuksessa työmuistia kuluttavat tiedon varastoinnin ohella myös erilaiset haastavat tehtävät, joihin opiskelija keskittyy yhtäaikaaisesti oppimistilanteessa. Oppilas ei siis pysty vastaanottamaan rajattomasti uutta tietoa yhdellä kertaa. Johnstone (Johnstone, 1993; Johnstone, 2010) kannustaa opettajia huomioimaan opetuksessa oppilaiden työmuistin rajallisuuden eli sen kuinka paljon uutta asiaa voi varastoitua työmuistiin käsittelyä varten. Opiskelijan ymmärtämisen ja oppimisen kannalta on keskeistä pystyä liittämään uusi opittava asia johonkin aikaisempaan jo opittuun tietoon. Jokaisella yksilöllä on ainutlaatuinen kokemusmaailmansa, mikä vaikuttaa niin ikään opittavan asian sisäistämiseen.

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää opiskelijoiden kokemia tunteita laboratorioskurssin aikana. Tutkimuksessa hyödynnettiin opiskelijoiden kirjoittamia oppimispäiväkirjoja. Lisäksi opiskelijoita pyydettiin arvioimaan omaa tunne- ja vireystilaansa sekä oppimisen kokemuksia työvuoron aikana. Laboratoriotyöskentelyssä opiskelija kokee useita erilaisia tunnetiloja, joilla voi olla suuri merkitys oppimiskokemukseen ja tutkimustulokset voisivat osoittaa tämän konkreettisesti. Tulosten avulla opettaja voi pyrkiä huomioimaan opetuksessa paremmin eri työskentelyvaiheisiin kuuluvia tunteisiin ja siten myös oppimiseen vaikuttavia tekijöitä.

2 Tutkimus

2.1 Tutkimuskysymys ja kohderyhmä

Tutkimuksen tavoitteena oli koota yhteen tietoa opiskelijoiden kokemusten vaihtelusta liittyen oppimiseen sekä tunne- ja vireystilaan kurssin aikana. Tutkimuksessa selvitettiin, millaisia tunnetiloja opiskelijat kokivat laboratorioskurssin eri vaiheissa. Tunnetilojen tiedostamisella ja ymmärtämisellä on merkittävä rooli laboratorio-opetuksen suunnittelussa ja kehittämisessä.

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat kurssille Epäorgaanisen kemian laboratoriotyöt I, osa 1 osallistuneet opiskelijat (23 kpl). Opintojakson keskeistä sisältöä ovat ionien reaktiot ja kvalitatiivinen analyysi sekä työturvallisuus ja työmenetelmät. Kurssi on aineopintotasoinen opintojakso, joka on kemian pääaineopiskelijoille pakollinen ja sijoittuu lukujärjestyksessä ensimmäisen opiskeluvuoden kevääseen. Lisäksi kurssille osallistui fysiikan ja matematiikan pääaineopiskelijoita, jotka suorittivat kemian opettamiseen

edellytettäviä kemian opintoja. Tutkimuksen kohdekurssilta opiskelijat jatkavat itsenäisempää otetta vaativiin laboratorio-opintoihin.

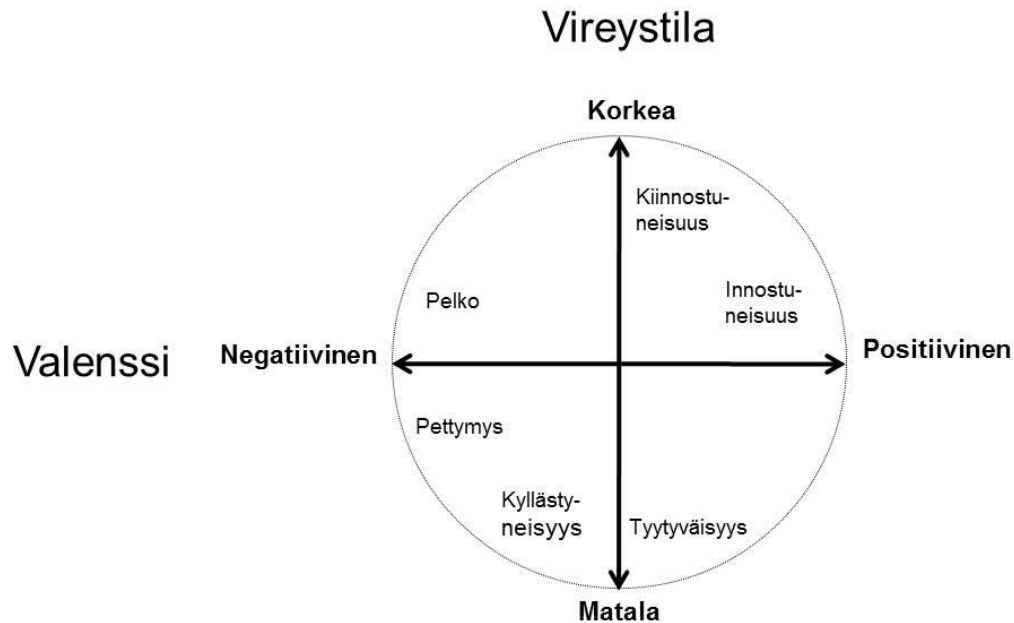
Kurssille osallistuvilla opiskelijoilla on hyvin heterogeeninen laboratoriotyöskentelykokemus. Osa heistä on suorittanut lukiossa runsaasti erilaisia laboratoriotoita, osan laboratoriotyöskentely rajoittuu vain yliopistossa suoritettuun laboratoriotoiden peruskurssiin. Heterogeenisen taustan on havaittu vaikuttavan opiskelijoiden ennakoasenteeseen kurssia kohtaan. Kokemattomat opiskelijat ovat tuoneet esiin mm. pelkoa kurssista suoriutumisesta, koska kokevat olevansa hitaampia kuin kokeneemmat opiskelijat. Usein tämän kaltaisessa tilanteessa opiskelija kuvaa olevansa huono tai ”tyhmä”. Vastaavasti esimerkiksi väsymyksen vaikutus voidaan tulkita ”raskas kurssi, en pysty/osaa”-tuntemukseksi. Tällaiset tunteet voivat vaikuttaa negatiivisesti oppimiskokemukseen, mutta niiden tiedostaminen voi auttaa opettajaa seuraamaan ryhmän ja yksittäisen opiskelijan kehittymistä.

2.2 Tutkimuksen toteutus ja menetelmä

Tutkimus on tapaustutkimus, joka liittyy laboratoriokurssin uudistukseen. Uudistettu kurssi etenee selvästi aikaisempaa tiiviimmässä ja nopeammassa aikataulussa. Laboratoriokurssin aikataulun tiivistymisen toivottiin muodostavan opiskelijalle selkeämmän oppimiskokemuksen laboratorio-opiskelusta. Lähekkäin toistuvien työvuorojen toivottiin ylläpitävän opittuja asioita paremmin muistissa, jolloin töiden aloittaminen seuraavalla työvuorolla helpottuisi. Uudistuksen lomassa haluttiin selvittää, miten opiskelijoiden tunteet vaihtelevat kurssin eri vaiheissa sekä arvioida niiden mahdollisia vaikutuksia oppimiseen. Lisäksi tarkasteltiin, millaisilla tukitoimilla negatiivisten tunteiden vaikutusta voitaisiin lieventää. Opiskelijoiden tunteiden vaihteluita tutkittiin heidän oppimispäiväkirjamerkintöjen pohjalta tehdyllä sisällönanalyysillä. Oppimispäiväkirjan ylläpitäminen haluttiin tehdä mahdollisimman helpoksi, minkä vuoksi opiskelijoita pyydettiin kirjaamaan ylös työvuoron aikana tai jälkeen nousseita ajatuksia oman mielensä mukaan. Vapaamuotoisuuden toivottiin madaltavan kynnystä tehdä merkintöjä, ettei oppimispäiväkirjan kirjoittamista pidettäisi liian rasittavana kaiken muun työvuoroon valmistautumisen lisäksi.

Laboratoriossa opiskelijoita pyydettiin seuraamaan omaa tunne- ja vireystilaansa sekä arvioimaan oppimisen kokemuksiaan. Tavoitteena oli tutkimuksellisten näkökulmien kautta auttaa opiskelijoita tulemaan tietoisiksi omasta työskentelystään. Tutkimusta varten analysoitiin opiskelijoiden kirjoittamia oppimispäiväkirjoja, joista etsittiin tunne- ja vireystilan yhteyksiä oppimiskokemuksiin. Oppimispäiväkirjoista poimittiin opiskelijoiden mainitsemia tunnetiloja, jotka esitettiin psykologi James A. Russellin kehittämän kaksidimensionaalisen emootiomallin avulla (Russell, 1980). Mallia sovelletaan usein psykofysiologisissa tutkimuksissa (Lang, 1995) ja siinä tunteet esitetään fysiologisen vireystilan (korkea vs. matala) ja tunnekokemuksen suunnan, valenssin (positiivinen vs. negatiivinen), avulla. Jokainen tunne voidaan ymmärtää kahden dimension lineaarisena

kombinaationa, jolloin ne saadaan järjestettyä ympyrän kehän muotoon (*Circumplex model of affect*). Oppimisen kannalta relevantteja tunteita ovat mm. kiinnostuneisuus, sitoutuneisuus, tyytyväisyys, toiveikkuus, hämmennys, turhautuminen, kyllästyneisyys ja pettymys (Shen et al., 2009). Ympyrämallissa samassa ”neljänneksessä” olevat tunteet ovat samankaltaisia, kun taas vastakkaisilla puolilla olevat ovat toisilleen vastakkaisia tunteita (Kuva 1).



Kuva 1. Opiskelijoiden mainitsemat tunnetilat kaksidimensionaalisen emootiomallin mukaisesti esitettynä.

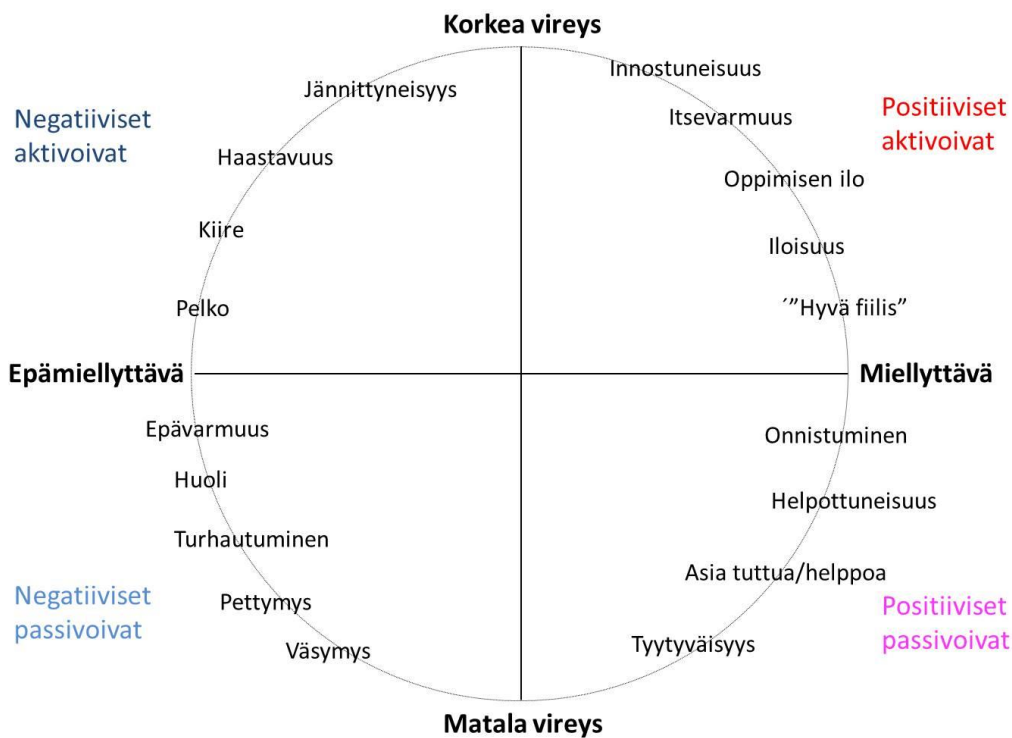
2.3 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Oppimispäiväkirjat toimivat lähdemateriaalina tutkimukselle. Opiskelijoita aktivoitiin työvuorojen aikana havainnoimaan ja dokumentoimaan tunteitaan, vireystilaansa sekä oppimisen kokemuksiaan. Opiskelijoiden kyvyssä tunnistaa ja nimetä tunteitaan on eroavaisuuksia ja heillä on myös erilaiset näkemykset tunteiden kirjaamiskynnyksestä. Lisäksi oppimispäiväkirjamerkinnot tehtiin työvuorojen jälkeen. Tutkimuksen kannalta nämä kaikki vaikuttavat merkintöjen luotettavuuteen. Esimerkiksi negatiivisia tuntemuksia on saatettu laimentaa tai jättää kokonaan pois.

Tutkimuksen tekijät osallistuivat kurssin uudistamiseen ja osa heistä myös opetti kurssilla. Opettajan ja opiskelijan väliset keskustelut laboratoriossa auttoivat poimimaan tunteita oppimispäiväkirjoista, mikä osoittautui positiiviseksi asiaksi tutkimuksen kannalta. Opetukseen osallistumattomat tutkijat tarjosivat ulkopuolisen näkökulman oppimispäiväkirjojen sisällönanalyysiin. Oppimispäiväkirjoista poimittiin lainauksia havainnollistamaan lähdemateriaalia.

3 Tutkimustulokset ja pohdinta

Uudistunut kurssi jakautuu kolmeen vaiheeseen. Kurssille valmistaudutaan verkkojakson avulla. Laboratoriossa opiskelijat tekevät opettajajohtoisesti ioninen reaktioita sekä suorittavat itsenäisemmin kvalitatiivisen analyysin. Tutkimuskohteena olevan kurssin aikana opiskelijat kirjoittivat oppimispäiväkirjoja. Oppimispäiväkirjoista poimittiin opiskelijoiden mainitsema tunnetiloja, joita esitettiin soveltaen kaksidimensionaalista emootiomallia (Kuva 1). Mallissa tunnetilat on esitetty vireyden (korkea/matala) ja tunnearvon (miellyttävä/epämiellyttävä) yhdistelminä. Karkeasti mallissa on nähtävissä neljä erillistä lohkoa: positiiviset aktivoivat ja passivoivat sekä negatiivisesti aktivoivat ja passivoivat tunnetilat. Esimerkiksi innostuneisuus on voimakkaasti positiivinen, aktiivisuutta nostava tunne, kun taas tyytyväisyys voidaan ajatella olevan positiivinen, mutta aktiivisuutta alentava tunne. Vastaavasti jännittyneisyys voidaan nähdä aktiivisuutta lisäävänä negatiivisena tunteena, kun taas pettymys vaikuttaa aktiivisuuteen alentavasti.



Kuva 2. Opiskelijoiden mainitsemat tunnetilat kaksidimensionaalisen emootiomallin mukaisesti esitettynä.

3.1 Kurssiin valmistautuminen

Opiskelijoiden aikaisempi laboratoriotyökokemuksen määrä vaihtelee paljon, mikä vaikuttaa selvästi opiskelijan kykyyn valmistautua etukäteen laboratoriotyöskentelyyn. Vähän kokemusta omaavat opiskelijat eivät koe kurssille tai työkertaan valmistautumista joko tarpeellisenä tai eivät tiedä miten töihin olisi hyvä valmistautua. Valmistautumisen tueksi luotiin verkko-oppimisympäristöön materiaalia, joka sisälsi kaikki kurssin aikana tehtävät työt ja suoritusohjeet, sekä käytettävien reagenssien käyttöturvallisuustiedotteet.

Lisäksi työselostusten palautus sekä oppimispäiväkirjan ylläpitäminen tapahtuvat oppimisympäristössä. Töiden teoriataustaa esitettiin useista eri lähteistä koostettujen materiaalien avulla, hyödyntäen mm. animaatioita ja videoita. Lisäksi töiden valmistautumisen tueksi oli suunniteltu itseopiskelumateriaalia, kuten lisäkysymyksiä ja täydennettäviä kaavioita.

Valmistautumisjakson aikana opiskelijoiden odotettiin mm. tutustuvan tulevaan laboratorioon interaktiivisen pohjapiirroksen avulla, johon oli liitetty erilaisia työturvallisuuteen liittyviä asioita, kuten sammutusvälineet ja paloturvallisuus. Verkko-oppimisympäristön avulla opiskelijoilla oli myös mahdollisuus tarkistaa työn oikea suoritustapa tai hakea lisätietoa tehdyistä havainnoista laboratoriosta tietokoneen tai älylaitteidensa avulla. Laboratoriokurssiin valmistautuminen verkko-oppimisympäristön avulla oli opiskelijoille uusi ja entuudestaan poikkeava tapa. Tavoitteena oli aktivoida aikaisemmin omaksutun tiedon ja osaamisen päälle tapahtuvaa tiedon rakentamista sekä kehittää syvällistä ymmärtämistä ja kykyä soveltaa oppimaansa.

Kuvassa 3 on esitetty opiskelijoiden oppimispäiväkirjoista poimittujen Russelin emootiomallin mukaisesti jaoteltujen tunteiden esiintyminen eri vaiheissa kurssia. Y-akselilla oleva frekvenssi kuvaa kunkin tunnetilan esiintymiskertojen määrää eli sitä, kuinka moni opiskelija on tunnetilan maininnut. Kurssiin valmistautumisen yhteydessä opiskelijat ilmaisivat kokevansa jokaiseen neljännekseen kuuluvia tunteita lähes yhtä usein. Positiiviset aktivoivat tunteet esiintyivät merkinnöissä kuitenkin hieman muita harvemmin. Kurssin alkuun liittyvät jännittämisen ja epävarmuuden tunteet sekä huoli omasta selviämisestä nousivat esiin oppimispäiväkirjamerkinnöissä. Toisaalta positiiviset passivoivat tunteet liittyivät pääasiassa alkukokeen läpäisemiseen ja siihen, että kurssin esivalmistelujakso osoittautui helpoksi. Positiiviset aktivoivat tunteet eivät odotetusti olleet kovin yleisiä ennen laboratorio-osuuden alkua.

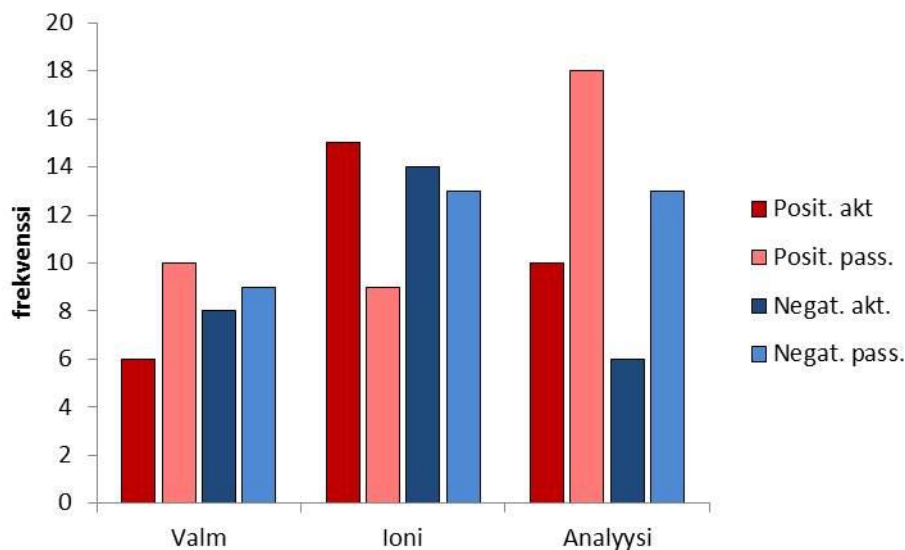
Kurssin asiasisällön esittelytapa sekä oppimateriaalin sisältö vaikutti opiskelijoista aluksi uudelta ja liian laajalta, vaikka merkittävä osa työturvallisuusasioista oli käyty läpi aikaisemmalla laboratoriokurssilla. Opiskelijoiden oppimispäiväkirjamerkinnät kuitenkin osoittivat heidän arvostavan uutta tapaa valmistautua kurssiin ja laboratoriotöiden suorittamiseen. Oppimispäiväkirjoista on poimittu lainauksia, joista on nähtävissä edellä esitettyjä havaintoja. Lainauksien perään on myös merkitty, mihin emootiomallin mukaisiin neljänneksiin kuuluvia tunteita oppimispäiväkirjan perusteella oli havaittavissa.

Kansiossa oli melko paljon materiaalia, mutta kun sitä alkoi käymään läpi, niin nopesti sitä myös luki. Uutta asiaa oli paljon, sellaistaakin josta ei ollut enemminkin kuullut yhtään mitään. Myös vanhan kertausta löytyi, ja joidenkin asioiden kohdalla sai perustiedon päälle lisätietoa. Piia (posit. akt. ja posit. pass.)

Työturvallisuus oli tuttua asiaa, muutama menetelmä oli uutta ja näiden kohdalla tästä materiaalista oli varmasti hyötyä. Jos perustöissä olisi ollut tällainen tietokanta käytössä

se olisi varmasti tehnyt työskentelystä sujuvampaa ja vähentänyt alkuhämmennystä, joka, ainakin minulla, kulutti muutaman työtunnin. Riku (posit. pass.)

Kurssin esivalmistelujakso vaikutti varsin hyödylliselle, sillä sitä kautta tuli kerrattua ja omaksuttua asioita hyvissä ajoin. Uskon, että labrassa työskentely tulee olemaan helpompaa tämän takia, sillä aikaa ei tosiaan tarvitse enää kuluttaa läheskään niin paljon siihen, että miettii miten mikäkin juttu nyt menikään. Tykkäsin siitä, että kurssin Optima-ympäristöön oli oikeasti panostettu! Oli paljon mielekkäämpää lueskella asioita ja tutustua tärkeisiin juttuihin, kun materiaali ei ollut "tylsää". Koen, että asioita jäi helpommin ja paremmin mieleenkin. Alkutesti oli tietystä määrin kiperä kysymysten muotoilun takia, mutta toisaalta se varmisti myös, että kysytyt asiat oli omaksuttu. Tytti (posit. pass., posit. akt. ja negat. akt.)



Kuva 3. Oppimispäiväkirjoista poimittujen ja Russellin emootiomallin mukaisesti jaoteltujen tunteiden esiintymiskertojen lukumäärä (frekvenssi) eri vaiheissa kurssia. Valm = kurssiin valmistautuminen, Ioni = ionien reaktiot (opettajajohtoinen työskentely), Analyysi = kvalitatiivinen analyysi (itsenäinen työskentely).

3.2 Ionien reaktiot

Ionien reaktiot -vaihe käsittää opettajajohtoista, nopeatempoista työskentelyä, jonka aikana tutustutaan eri ionien reaktioihin. Työskentely jakautui kahdelle työvuo-rolle, joten etukäteisvalmistautumisella oli merkittävä rooli sekä laboratoriossa työskentelyn että oppimisprosessin kannalta. Etukäteisvalmistautumista tukevaan materiaaliin oli lisätty useiden kokeiden yhteyteen kysymyksiä, joihin opiskelijan piti vastata omien havaintojensa pohjalta. Tavoitteena oli auttaa opiskelijaa yhdistämään teoreettinen ajattelu käytännön työskentelyyn. Tämä on vaikea taito, joka yleensä rakentuu pikkuhiljaa opiskeluvuosien aikana. Taidon kehittämistä edesauttaa opetustilanteessa opettajan ohjaama keskustelu

henkilökohtaisesti opiskelijan kanssa sekä keskustelut pienryhmissä. Opiskelijoita kannustettiin siksi myös yhteisölliseen oppimiseen.

Ionien reaktiot -työskentelyvaihetta kommentoitiin oppimispäiväkirjoissa positiivisesti aktivoivin sekä negatiivisesti aktivoivin ja passivoivin tuntein (Kuva 3). Positiivisesti passivoivat tunteet jäivät hieman muita tunteita alemmalle tasolle. Opiskelijat kokivat, että tässä vaiheessa kurssia tuli paljon uutta asiaa, jolloin tuntemukset sijoittuvat muihin osaluokkiin. Kyseessä voi olla myös onnistumisen ja "tuttuuden" tuntemusten jääminen piiloon voimakkaampien tuntemusten alle. Positiiviset aktivoivat, esim. oppimisen ilo ja itsevarmuus, korostuvat laboratoriotyöskentelyn alkaessa. Tähän vaikuttavat opettajajohtoinen työskentely, ohjattu eteneminen sekä pari/ryhmätyöskentely. Toisaalta negatiiviset aktivoivat tunteet nousevat myös esiin. Näiden tunteiden koettiin liittyvän kiireeseen ja valmistelun laiminlyömiseen. Opiskelijat raportoivat oppineensa paljon lyhyen ajan kuluessa, huolimatta kiireen tunteista. Tähän vaikutti selvästi etukäteisvalmistautuminen laboratorikerroille.

Ensimmäinen päivä oli kyllä aika hektinen, tekemistä riitti. Loppupäivästä ajatukset eivät meinanneet pysyä aivan oikeilla raiteilla eikä ollut varma oliko oikeasti jotain oppinut, vaikka työt onnistuivatkin. Kun päivää näin jälkikäteen mieltii, niin kyllähän sitä paljon tuli opittua ja nähtyä. Ei edes puolia käsitellyistä reaktioista ollut nähnyt saati ajatellut aikaisemmin. Ville (negat. akt., negat. pass. ja posit. akt.)

Esivalmisteluiden perusteella oletin, että olisi ollut rankka päivä labrassa. Onneksi se osoittautui vääräksi olettamukseksi ja työt onnistuivat erittäin hyvin, työt olivat mielenkiintoisia ja pistivät oikeasti miettimään, miksi tietyt reaktiot tapahtuvat juuri tietyllä tavalla. Seppo (negat. akt., posit. akt. ja posit. pass.)

Oppimistani tehosti erittäin paljon aikaisempaa parempi esivalmistelu päivän töitä varten, jolloin työskentelykin sujui erittäin nopeasti, ensi kertaa varten kyllä voisi etukäteen kirjoittaa työpäiväkirjaan reaktiot jolloin täytyisi enään kirjata ylös havainnot ja syntyneet tuotteet. Onneksi selkeät ohjeet helpotivat työskentelyä paljon. Kaikenkaikkiaan tähän mennessä työ ovat onnistuneet ilman mitään ongelmia ja työskentely on tuntunut mielekkäältä. Simo (posit. akt. ja posit. pass.)

Huhuh! Esivalmisteluun olisi saanut käyttää enemmän aikaa ja tehdä reaktioyhtälöt valmiiksi. Tahti oli kuulemma rauhallinen, mutta kyllä se sormi suussa pyöriessä aika hurjalta tuntui. Paljon oppi uutta, mutta oudoimmalta tuntui silmämääräinen työskentely. Päivä oli pitkä ja raskas. Anita (negat. akt. ja negat. pass.)

3.3 Kvalitatiivinen analyysi

Kvalitatiivinen analyysi -vaiheessa jokainen opiskelija sai kaksi omaa näytettä, jotka heidän tuli analysoida annettujen ohjeiden mukaisesti. Tämä vaihe kurssia kattaa ajallisesti yli puolet laboratoriotyöskentelystä ja sen yksi keskeisimmistä tavoitteista on opettaa opiskelijoita itsenäiseen työskentelyyn. Läpikäytävät reaktiot ovat tuttuja edellisestä vaiheesta, uutena asiana on analyysin suorittaminen itsenäisesti. Työskentelyä tukevat opiskelijan aiemmat muistiinpanot ionien reaktioista, keskustelumahdollisuus muiden opiskelijoiden kanssa sekä laboratoriossa kiertävä opettaja. Aiemmat kokemukset ovat osoittaneet, että kynnyks lähestyä opettajaa madaltuu, kun opettaja liikkuu aktiivisesti opiskelijoiden joukossa. Vaikka analyysi tehdään itsenäisesti, opiskelijoita kannustettiin jakamaan kokemuksiaan, jolloin on mahdollisuus oppia myös vierustoverin tai muun ryhmän tekemistä havainnoista ja kokemuksista.

Tässä vaiheessa kurssia opiskelijat kokivat hyvin erilaisia tunteita (Kuva 3). Positiivisesti passivoivat tunteet olivat selvästi yleisempiä, kun taas negatiivisesti aktivoivia tunteita raportoitiin muita harvemmin. Yksi syy positiivisesti passivoivien tunteiden korostumiseen voi olla analyysin tekeminen kahdella peräkkäisellä näytteellä. Ensimmäisen näytteen analyysi tutustuttaa analyysin suorittamiseen. Opittuja taitoja vahvistetaan toisen analyysin aikana, jolloin opiskelijat kokevat useimmiten onnistumisen ja osaamisen tunteita. Onnistumisen kokemukset omien näytteiden kanssa, pitkäjänteisen työskentelyn lomassa, loivat heille uskoa omaan kykyihinsä. Tämä vaikutti selvästi myös motivaatioon, joka havaittiin sekä laboratoriossa että oppimispäiväkirjamerkinnöissä:

Maanantaina alkoi vähän kammolla odotettu kvalitatiivisen analyysin tekeminen. Opettajan pöydällä oli valikoima koeputkia, joista piti valita oma tutkittava näyte. Päivä alkoikin nopeasti työnteolla. Riikka (negat. akt.)

Analyysin aloittaminen oli aika haastavaa, kun työskentelytapa muuttui perusteellisesti ensimmäisistä labrakerroista, mutta alkukankeuden jälkeen huomasin, että työ oli mielenkiintoista ja rentoa, kun kukin sai edetä omaan tahtiinsa. Onnistumisen fiilis oli mahtava kun ensimmäinen ioni selvisi. Sen jälkeen työ eteni aika mukavasti, vaikka päivät olivatkin pitkiä. Kaija (negat. akt. ja posit. pass.)

Toinen analyysi sujui jo paljon luontevammin. Prosessia auttoi eteenpäin ajattelu, ei niinkään opittu rutiini. Riku (posit. pass.)

Analyysien aikana on selkeästi havaittavissa opiskelijoiden itsenäistymisen. Ensimmäisen analyysin aikana opettajalta varmistellaan työvaiheita ja työn edistymistä, kun taas toinen analyysi etenee rivakasti. Tässä vaiheessa nousee esiin myös negatiiviset passivoivat tunteet (epävarmuus, huoli, väsymys) opiskelijoiden työskennellessä itsenäisesti. Epävarmuus liittyy erityisesti ajankäytön hallintaan ja vastaan tulleisiin haasteisiin. Positiiviset aktivoivat tunteet nousevat esiin ensimmäisen näytteen analyysin valmistuttua ja toisen

näytteen analyysin alkaessa. Usein opiskelijat pystyvät jo toisen analyysin esikokeiden aikana tekemään johtopäätöksiä tai päätelmiä mihin ioneihin kannattaa kiinnittää erityisesti huomiota. Kokemus näkyy myös laboratorion ilmapiirissä: sujuva työskentely mahdollistaa myös toisten neuvomisen tai tulosten vertailun eli yhteisöllinen oppiminen vahvistuu.

Tosi nopeasti on laboratoriot menneet ja itsellä on ainakin sellainen olo, että on oppinut ihan älyttömän paljon ja koko ajan kehittynyt omassa tekemisessä. Alku oli vähä uuden opettelemista ja joka asia piti varmistaa moneen kertaan, ennen kuin uskalsi itse ryhtyä kokeilemaan. Mutta toista analyysia tehdessä jo huomasi, että pärjää omillaan paljon paremmin, on paljon oma-aloitteisempi ja tietää asioista enemmän. Oikeastaan koko ajan on ollut sellainen hyvä henki päällä harjoituksissa, omasta mielestäni ryhmän henki on todella hyvä ja toisia tsemptaan ja neuvotaan. Joka kerta ei tietenkään itselläkään ole ollut mikään huippupäivä ja on väsyttänyt ja tuntunut, ettei oikeen millään meinaa onnistua. Mutta kuitenkin joka kerta laboratorion olosta olen lähtenyt hyvällä fiiliksellä ja sellainen onnistumisen tunne on ollut päällimmäisenä. Sari (posit. akt., posit. pass. ja negat. pass.)

4 Johtopäätökset

Kolmen viikon intensiivikurssina toteutettu kemian laboratorioskurssi koki suuren muutoksen aikataulullisesti, mikä herätti ajatuksen seurata tiivistyneen työskentelytahdin vaikutusta opiskelijoiden tunnetilaan, vireystasoon ja oppimiseen. Opiskelijoita aktivoitiin kiinnittämään huomiota omaan tunnetilaan ja vireystasoon, sekä tekemään niistä merkintöjä laboratorio- ja oppimispäiväkirjoihin. Havainnot koottiin yhteen käyttäen apuna kaksidimensionaalista emootiomallia. Tutkimus vahvisti aiempia havaintojamme laboratoriotyöskentelyyn liittyvästä tunteiden monipuolisuudesta. Ennakkoasenteet olivat usein negatiivisia, mutta silti opiskelijat kokivat oppineensa uutta ja loppujen lopuksi kurssi koettiin positiivisena kokemuksena.

Kurssin eri vaiheissa havaittiin muutoksia emootiomallin mukaisessa tunteiden jakautumisessa. Valmistautumisvaiheessa tunteet jakautuivat suhteellisen tasaisesti, kun taas laboratoriotyöskentelyn aikana havaittiin erityyppisten tunnetilojen esiintymistä. Opettajajohtoisessa työskentelyssä positiiviset passivoivat tunteet jäivät muita alemmalle tasolle, koska työskentely laboratoriossa oli vasta alkanut ja opittavaa oli paljon. Kvalitatiivisessa analyysivaiheessa positiiviset ja negatiiviset passivoivat tunteet korostuivat johtuen kahden peräkkäisen analyysivaiheen suorittamisesta.

Verkko- ja laboratorio-opetuksen yhdistäminen osoittautui erityisen onnistuneeksi uudistukseksi. Verkko-opetuksen avulla opiskelijoiden valmistautuminen kurssille ja työkerroille kehittyi, mikä johti positiivisten oppimiskokemusten lisääntymiseen laboratoriossa. Verkko-oppimisympäristö sai runsaasti positiivista palautetta opiskelijoilta. Oppimispäiväkirjojen ylläpitäminen verkko-oppimisympäristössä oli osa uudistusta. Tämä

avasi opettajalle mahdollisuuden seurata opiskelijan edistymistä sekä tunnetilojen vaihteluita. Kokeneellekin opettajalle avautui näiden avulla täysin uudenlaisia näkökulmia oppimiseen ja opetukseen. Oppimispäiväkirjat tulevat olemaan myös jatkossa käytössä laboratorio-opetuksessa.

Tunteiden vaihteluiden havainnointi kurssin eri vaiheissa antaa arvokasta tietoa oppimiskokemuksista. Aiheesta ei tämän tutkimuksen suunnitteluvaiheessa löydetty raportoitua tutkimusmateriaalia. Aihepiiri on kuitenkin ollut jo pidempään esillä opetukseen liittyvissä tutkimuksissa ja yleisesti on todettu, että tunteilla on vaikutusta oppimiseen monitahoisesti. Tämän huomioiminen kurssien suunnittelussa ja toteutuksessa mahdollistaa laadukkaamman opetuksen sekä positiivisempien oppimiskokemusten muodostumisen kemian laboratorio-opinnoissa. Aiheesta voisi tehdä jatkotutkimuksen uudella opiskelijaryhmällä, jolloin uutta ja vanhaa tutkimusmateriaalia voisi verrata keskenään. Havaitaanko yhtäläisyyksiä uusien ja vanhojen tulosten välillä vai vaikuttaako tuloksiin kenties ryhmän sisällä vallitseva ilmapiiri? Aiempien vuosien kokemuksella tutkijat ovat havainneet, että opiskelijoiden toimintaan vaikuttaa myös ryhmädynamiikka, mikä voisi olla myös mielenkiintoinen tutkimuskohde.

Kiitokset

Tutkimus ja artikkeli on toteutettu yliopisto-opettajien pedagogisten opintojen ainedidaktiikan opintokokonaisuudessa Oulun yliopistolla. Haluamme kiittää kurssin ohjaajia ja osallistujia tuesta ja kommentteista.

Lähteet

- Berg, A. R. (2005). Factors related to observed attitude change toward learning chemistry among university students. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 1-18.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry education: research and practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54
- Immordino-Yang, M. H. & Damasio, A. (2007). We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10.
- Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75 - 83
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching. A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A.H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry education: research and practice*, 1(1), 9 - 15.
- Järvenoja, H. & Järvelä, S. (2005). How students describe the sources of their emotional and motivational experiences during the learning process: A qualitative approach. *Learning and Instruction*, 15(5), 465-480.
- Kurbanoglu, N. I. & Akim, A. (2010). The Relationships between University Students' Chemistry Laboratory Anxiety, Attitudes, and Self- Efficacy Beliefs. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(8), 48-59.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe - Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385.
- Mallow, J. Kastrup, H., Bryant, F. B., Hislop, N., Shefner, R. & Udo, M. (2010). Science Anxiety, Science Attitudes, and Gender: Interviews from a Binational Study. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 356-369.
- Nakhleh, M. B., Polles, J. & Malina, E. (2002) Learning Chemistry in a Laboratory Environment. *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 69 - 94.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. & Perry, R.P. (2002). Academic emotions in student's self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational psychologist*, 37(2), 91-105.
- Ratner, C. (2007). A macro cultural-psychological theory of emotions, In P. Schultz & R. Pekrun (ed.), *Emotions in educations*, 85-100.
- Robinson, W. R. (2003). Chemistry Problem-Solving: Symbol, Macro, Micro and Process Aspects. *Journal of Chemical Education*, 80(9), 978-982.
- Russell, J.A. (1980). A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178.
- Sanson, C. & Thoma, D.B. (2005). Does what we feel affect what we learn? Some answers and new questions. *Learning and Instruction*, 15(5), 507-515.
- Shibley, I. A. & Zimmaro, D. M. (2002). The Influence of Collaborative Learning on Student Attitudes and Performance in an Introductory Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 745-748.
- Shen, L., Wang, M. & Shen, R. (2009). Affective e-Learning: Using "Emotional" Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment. *Educational Technology & Society*, 12(2), 176-189.
- Shutz, P.A. & DeCuire, J.T. (2002). Inquiry on emotions in education., *Educational Psychologist*, 37(2), 125-134.
- Tobin, K.G. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.