



LUMAT

Special Issue
Vol 11 No 4 2023

(Contemporary Issues in)
Technology Education

Made by
Johanna
Naukkarinen
via Craiyon V3

Editorial

Johanna Naukkarinen and Sonja Niiranen

¹ LUT University, Finland

² Tampere University, Finland

DOI: <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2208>

Contact: johanna.naukkarinen@lut.fi

When we started to prepare this first LUMAT special issue on technology education in early 2023 we were a bit concerned whether our rather broad framing of the topic – contemporary issues – would attract too much attention. Due to the relatively short international history of technology education, we anticipated that the term technology education would be interpreted various ways and hence decided to clarify in the call for papers that “[a] common denominator for all technology education is/should be that it explicitly aims at learning about technology”. We received altogether 22 submissions of which four met the defined scope and discussed learning about technology in one way or another. Of those four research articles two are now published in this special issue.

Most of the papers that fell out of scope were about technology in education. Although it is undeniably an important topic and the use of educational technologies is rapidly increasing in STEM education, learning through technology does not guarantee that pupils also learn about it. One might even argue that use of tools – whether they represent modern or older technologies – should be so easy that no cognitive capacity should be needed for learning the tools so that all of it could be used to learn the actual topic at hand. If learning through or with technology is not sufficient for learning about technology, what should we do in addition or instead to support the students’ enhanced understanding of technology and technological problem-solving?

If technology education is defined as supporting learning about technology, it allows for many different views of what technology is. If technology is depicted as a process, learning about it is to learn about solving technical problems, constructing technological solutions or artefacts, etc. If technology is understood as tools, learning about it is to learn for example when and how to use these tools (and when/how not) to create something. If technology is viewed as a historical or societal phenomenon, learning about it is to learn about how technologies affect our behaviour, feelings,



interactions, etc. In our opinion, all these can be considered technology education as long as the learning about technology is intentional.

One central aim of this special issue was to make technology education more visible and the concept more known. We are not in a quest for more future engineers – although the technology sector is in dire need of a workforce both now and in the future – but we firmly believe that different types of technical literacies are increasingly important to all citizens and thus teaching them is our true responsibility. We also see the importance of science, mathematics, and arts education for technology education and vice versa. Only when STEAM education is developed with eyes open to learning explicitly about all the letters in the acronym, can we harness the full potential of the learning processes.

To further help the readers to grasp the idea of technology education we asked an expert commentary from John R. Dakers, who is a renowned researcher of technology education and technological literacy. In his article “What is technology education?” John approaches the theme from the viewpoint of technological problem-solving and challenges the dominant orthodoxy in technology education of concentrating on the preordained solutions which often overshadows the creative aspects of problem-solving (Dakers, 2024).

In the first research article “STEAM based music activity example for gifted students” Zeynep Özer and Rasim Erol Demirbatır illustrate how the use of technology in the teaching of music affected students’ opinions on both music and programming. The practices helped students to discover the potential of technology, and motivated students who had previously found coding boring to learn it, but also increased their interest in music. The article demonstrates the use of 5E learning model in designing STEAM activities and proves the win-win results in learning about art and technology simultaneously (Özer & Demirbatır, 2023).

In the second article ”Fysiikan, käsityön ja kemian opettajaopiskelijoiden käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja teknologiakasvatuksesta” Risto Leinonen and Anssi Salonen examined the teacher education students’ perceptions and attitudes towards interdisciplinary teaching and technology education. The data were collected during an advanced course for student teachers of crafts, physics, and chemistry. The results show that students have a diverse understanding of multidisciplinary teaching, with a particular emphasis on multidisciplinary collaboration in their responses. They have positive perceptions of its effectiveness in terms of benefits for both teacher and learner but express genuine concerns about issues such as the

adequacy of resources in the school setting. Students perceived that they have the skills to engage in interdisciplinary teaching in technology education and see its potential to stimulate learners' interest in the disciplines. However, students saw challenges in putting it into practice: in addition to mastering the content and methods of the different disciplines, this type of teaching requires specific arrangements and resources that schools may not have (Leinonen & Salonen, 2024).

References

- Dakers, J. R. (2024). What is technology education? *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(4). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2207>
- Leinonen, R., & Salonen, A. (2024). Fysiikan, käsityön ja kemian opettajaopiskelijoiden käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja teknologiakasvatuksesta. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(4), 25–58. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2030>
- Özer, Z., & Demirbatır, R. E. (2023). STEAM based music activity example for gifted students: I design my instrument with Scratch and Makey Makey. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(4), 1–24. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.1993>

What is technology education?

John R. Dakers

Faculty of Applied Sciences, Department of Science Education and Communication,
Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

DOI: <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2207>

Contact: dakers@orange.fr

Introduction

The question posed in the title of this paper has a strong affinity with the title taken from Deleuze and Guattari's book entitled *What is Philosophy?* In this book, they suggest that there is too strong a desire to *do* philosophy, rather than wonder what philosophy is. In the same way, I believe that in terms of technology education, there is too strong a desire to *do* technology education, rather than to consider what technology education is. Philosophy for Deleuze and Guattari, "is the art of forming, inventing, and fabricating concepts" (Deleuze & Guattari, 1994, p. 2). Synonyms for concepts include ideas, images, thoughts, visions and perceptions. A concept is a plan, an invention a mental image of something. If we consider technology education in like terms, the formation of ideas relating to technology can lead to the invention, design or evolution of a technology, which may then be fabricated or actualised in some form. However, we are reliably informed by current official documentation relating to technology education, that whether craft-based or literacy-based, technology education is very much about solving problems. We are further informed that technology education is inextricably linked with engineering, as is now made manifest in the rebranding of the subject by integrating it with Science, Engineering and Mathematics. This new conceptualisation forms what is now known as STEM education. Solving problems is, thus, a concept embedded in a technology education paradigm associated with designing engineering projects to solve problems. But if technology education is about forming, inventing and fabricating ideas, which is essentially a creative process, solving technological problems must, *ipso facto*, also be a creative process.



Deleuze and Guattari very much link forming, inventing and fabricating ideas with creative thinking. It is, they say; “the creation of thought¹, [where] a problem has nothing to do with the question [*what is the problem?*], which is only a suspended proposition², the bloodless double of an affirmative proposition³ that is supposed to serve as an answer (Deleuze & Guattari, 1994, p. 139). This infers either that solutions to problems are value-laden and so subject to disputation, or that they have a precise and well-defined answer or solution. Either way, any answer to the question, ‘What is the problem?’ depends upon which of the two definitions is adopted.

The trouble with answering the question ‘What is technology education?’ is that there is no precise and well-defined answer. This is attributable, in one important respect, to the breadth of subject domains that exist in technology education today. These vary across the world but may include woodwork, metalwork, working in plastics, technical drawing or graphic communication, CAD, electronics, pneumatics, mechanics, design or learning about the concept of becoming technologically literate. Each of these subject domains tends to be taught independently from one another and assessed likewise. You cannot teach and assess technical drawing in a woodwork or metalwork classroom setting. This particular issue has now become further confused with the introduction of STEM education.

What constitutes a problem in technology education?

Before answering this, we must first consider the following questions regarding school-based technology education. Who is it that decides what constitutes a problem, who decides how any problem should be solved, and what the 'correct answer/solution' should be? Must the problem posed align itself with curriculum documentation? Does the student resolve the problem independently, or do students work

¹ The creation of thought is the act of thinking thoughts that have never before been brought to light. For Deleuze and Guattari, it is the creation of concepts or ideas. It is not remembering stuff that has already been thought.

² A suspended proposition cannot be checked or proven. It has no referential base from which to verify its validity. To propose that STEM education at school leads to engineering qualifications, is a suspended proposition.

³ All cats meow is an affirmative proposition. All swans are white was considered to be an affirmative proposition until much later when black swans were discovered in Tasmania. Affirmative propositions in school education rely on what is considered to be right or wrong answers. The trouble with assessing right or wrong answers renders the question ‘what is the correct answer to the colour of swans?’ complicated.

collaboratively? Finally, and perhaps most importantly, how is any solution assessed, and who assesses it? The outcome of any problem-solving learning scenario will depend upon the perspectives held by those in power who answer these questions. Hidden between folds of these answers lies the question of which style of pedagogy will then be employed in the delivery of the problem-solving activity. This then leads us on to the question, what constitutes a problem to be solved in technology education?

Let us consider two specific types of problems that can require solving in technology education. Differentiating between the two is essential⁴.

The first type of problem is what I term ‘embodied applied problem-solving’. In this model, solutions are known in advance and must be applied or re-applied. Embodied applied problem-solving is when a problem reveals itself, when it makes itself known. It arises when some disturbance takes place that requires some action, often immediately, by some expert in the field who already knows how to resolve it. Examples include a burst water pipe requiring the ministrations of a plumber or engine failure in a vehicle requiring the assistance of a car mechanic. Embodied applied problem-solving is actually embodied applied problem-repairing or reproducing. No one would ever dispute that the Mona Lisa, painted by Leonardo da Vinci, is a truly creative artwork. A reproduction, on the other hand, even if painted by an expert forger, is no more creative than painting by numbers. The forger is clearly technically skilful, perhaps even as technically skilful as Leonardo himself, but the forger is not creating. She is reproducing; she is copying.

The second type of problem is what I term ‘virtual creative problem-solving’ or problem finding in Deleuzian terms. It relies upon the possibility of creating something original, something new, something never created before. It is a problem that does not reveal itself like a burst pipe or a forest fire for example. Rather it is a problem that does not yet exist and must be invented. To invent something is to create something new. Problem-finding begins with creative thinking as a process in the creation or invention of something unique. In this sense, problems become a series of virtual ideas that must first be designed or invented in the mind, before any solution can become actualised. It involves an ongoing circular process of innovation, experimentation and critique. Only then can some solution be found that eventually becomes actualised.

⁴ It is important to note that craft-based technology education, especially when it is aligned with engineering, is fundamentally different from the craftwork of an artist.

Virtual creative problem-solving in engineering can be exemplified by considering the design of the ring pull can. Whilst devices to open cans already existed, the birth of a ring pull can was initiated virtually, as a process of creative thinking. This process would have been thought, amended and rethought in a continuous loop until an actualised prototype was fabricated. It was not a copy of what had gone before but a novel variation.

Now, here is the irony: most of the current curriculum documentation for technology education implies that creativity (the development of which is another stated requirement), must be seen to play a dominant role, mainly because it relates more closely to the design process. However, there is a difference between designing a bridge and working on the construction of a bridge. Likewise, there is a difference between designing and repairing a car or a house. A plumber, construction worker or car mechanic requires specific fabrication and repair knowledge and expertise. They must, over time, attempt to develop the skills necessary to work with the tools and materials associated with their trade. They must evolve from being novices to becoming experts, who, according to Dreyfus, “not only sees what needs to be achieved; thanks to [their] vast repertoire of situational discriminations, [they] also see immediately how to achieve their goal” (Dreyfus, 2001, p. 41). An expert in any craft-based skill appears to produce something without thinking. Their expertise is almost magical to observe.

In contrast, car and bridge designers require different skills, including the ability to think novel designs. (Challoner, 2011), for example, wrote an interesting book listing 1001 inventions that changed the world. That is not to say that one skill set is superior to the other—quite the contrary. They constitute different abilities requiring different skill development and, in terms of education, different pedagogies for learning.

Structural engineers, transport engineers, mechanical engineers, product designers and architects, to name but a few, design three-dimensional structures, whether buildings, roads or artefacts. They have different skills from those who construct or fabricate them. They all must be aware of how their designs can be made manifest, but it is not a requirement that they themselves are able to fabricate them.

Whilst there are those who do create, design and fabricate artefacts, in most cases of engineering or architectural disciplines, creative design is carried out by one set of professional engineers or architects, whilst fabrication is carried out by expert artisans. Thus, any building, road or artefact relies upon variations of collaborative

processes of various disciplines which will be different for all new projects. Deleuze refers to this as a multiplicity. In this sense, a multiplicity is a dynamic event having no beginning or end. It is constantly changing. The design and fabrication of a motor car serves as a good example. A wheeled and powered transport system existed long before Karl Benz invented the motor car. Transporting goods and people has existed for millennia, so pinpointing a beginning is always challenging, as is determining an end. Early wheeled transport systems called carts or carriages were powered by horses. The power of combustion engines in motor cars today is still measured in horsepower but no longer requires actual horses. Who knows what transportation will be like in the future? One thing is certain, every technology will continue to evolve substantively and, in so doing, change in its nature.

Notwithstanding, taking Karl Benz's first motorised vehicle as a starting point, the motor car has undergone many changes over the years. Look up automobile timelines online, and they resemble timelines for any other product. They are straight lines with starting and finishing points punctuated with sequential developmental events, suggesting a progressive, linear evolution. Timelines produced thus suggest a series of static, separate event changes.

However, when the automobile's ongoing evolution is considered in terms of what Deleuze refers to as multiplicities, it changes the linear timeline perspective from a series of sequential static events to a dynamic chaotic process of movement and energy. The change from a petrol or diesel-fueled automobile to becoming an electric car represents one multiplicity, bifurcating into becoming another multiplicity. Whilst there is a total change in the nature of one over the other, they are still collectively known as automobiles. There is consequently "no essence of particular multiplicities which can remain unaffected by others" (Roffe, 2010, p. 182).

Evolution in automobile design becomes a process whereby many virtual design processes lead to significant virtual design changes, many of which are discarded until one is developed, and proceeds to become actualised, often as a prototype. Technological design thus requires the study of past successes and failures in order to design the future.

Learning as Embodied Applied Problem-solving.

Deleuze tells us that "[w]e are led to believe that problems are given ready-made and that they disappear in the responses or the solution" (Deleuze, 2004, p. 197). This belief manifests in any technology education setting where the teacher or the

curriculum sets a problem for the students to solve, usually independently. The result is accredited true or false by some examining body, often external to the school.

As a result, there is a tendency in technology education delivery to think that problem-solving begins with well-defined problems set by curriculum developers or teachers, all of whom already know the answers/solutions. Following the embodied applied problem-solving route, these problems, having been resolved beforehand, now need to be re-solved by students. The closer the students get to reproducing the already established solutions, the higher the grade they achieve. Posing pre-established problems does not result in new solutions to old problems. Problems can only be solved once. Otherwise, they become new problems deserving of new solutions. In this model of teaching and learning, pedagogy reverts to the transmission of pre-existing knowledge from expert to learner. Bogue argues that:

Thought's goal in a world of recognition and representation is to eliminate problems and find solutions, to pass from non-knowledge to knowledge. Learning in such a world is simply the passage from non-knowledge to knowledge, a process with a definite beginning and ending, in which thought, like a dutiful pupil, responds to pre-formulated questions and eventually arrives at pre-existing answers (Bogue, 2008, p. 7).

Rather than eliminating problems by way of some pre-established solutions, Deleuze, on the other hand, asks that we consider problems as being:

independent of the questions and solutions stored in memory. It is a problem because it does not yet have a solution and because it will never allow for solutions that cancel it out ... a problem is something inevitable ... that can only lead to a series of creative reactions rather than to a lasting solution (*I cannot know the answer to this. My imagination must go beyond my memory* (Williams, 2003, 2013, pp. 129-130) (italics in original).

When learning in a technology education setting is achieved along a linear pathway from non-knowledge to knowledge, it indicates that the knowledge already exists. Moreover, knowledge, in this paradigm, is a matter of knowing how to do something (procedural knowledge) or knowing that something is or what it is (declarative knowledge). These types of knowledge exist in memory, a faculty of the mind that enables the storage and retrieval of information, whether procedural or declarative. Deleuze refers to problem-solving in this respect as 'false problem-solving'. As Williams suggested above, going beyond memory requires problem-solving to become creative and experimental. It can no longer be anchored to higher truths or pre-existing solutions (Wasser, 2017, p. 54).

Learning as Virtual Creative Problem-solving.

Since Aristotle and Plato, we have come to accept the world we know as being a relatively stable and objective reality that we understand and know in varying degrees. For Aristotle, in his categories, we have, in straightforward terms, two sets of beings: living beings and non-living beings. So, rocks are non-living, whilst animals, plants and trees are living beings. The genus 'animal' is subdivided into species: for example birds, fish, tigers and humans. Humans are uniquely differentiated from all other animals by being considered rational animals. Individual humans can be further differentiated from each other definitively and quantifiably, as being male and female, child and adult, black and white, for example. Deleuze, however, rejects Aristotle's categorical differences by arguing that they offer too simplistic a perspective. James Williams, a renowned Deleuzian scholar, puts it thus:

He [Deleuze] constructs it [his opposition] around the definition of difference as that which sees things in movement and that which can only be approached by resisting thought in terms of the proper and in terms of the categories (*Where else could it belong? What if we think of it as something else? In what way can we make it fall outside its proper category?*). So, differences between things, based upon which sets they belong to, are not essential or primary differences. Instead, the tangible difference is a matter of how things become different, how they evolve and continue to evolve beyond the boundaries of the sets they have been distributed into (*It is not what you are or what this is, it is what you are becoming and why this becoming is significant for others and other things*) (Williams, 2003, 2013) (italics in original).

Consider asking, 'Is the female different from the male?'. Under Aristotle's categories, the answer would be most definitely, yes. Under Deleuze's concept of difference, however, he opposes what he calls Aristotle's 'difference in degree' from what he refers to as the 'difference of nature or kind'. The female has certain characteristics of sex that can be determined quantitatively, as has the male. However, they both have gender complexities that are qualitative. This also applies to technologies. Is a hammer still a hammer when it is used as a paperweight or to hold a door open? Elizabeth Grosz explains:

Differences in degree, which he [Deleuze] construes as differences of magnitude, quantitative differences, differences of more or less, measurable differences; and differences of nature or kind, which are qualitative, differences, impossible to measure or describe in numerical terms but discernible in and for

conscious mental life and experienced in the continuity and ever-changing movement of duration. If quantitative differences are measurable, they indicate spatial differences, differences external to each other, differences between things, differences that can be marked or characterised through their coordination with a third term, a number, that is, through measurement. Such differences are discrete, discontinuous, and homogeneous. They can be divided in infinite ways without transforming their nature.

Differences in kind, by contrast, can be construed as internal or constitutive difference, continuous, heterogeneous, interpenetrated, without clear-cut outlines or boundaries, and incomparable with each other or with a common measure (Grosz, 2004, pp. 158-159)

It is in this sense that school assessment becomes complicated. Summative assessments in the form of tests are hierarchical. In other words, some external agency decides what a student should know and designs a series of problems to test whether the student knows everything that the curriculum expects them to know. These problems are predicated upon a quantitative analysis of the expected body of knowledge and craft-skill development that the student has reached. More and more written tests are designed around multiple-choice questions, where the 'correct' answer is hidden amongst four or five 'incorrect' answers. These tests are linked exclusively to the age of the child. In other words, all 11-year-olds will know 'X'; if they do not, their future transfer to the next stage in their schooling may be in jeopardy. This type of problem-solving in order to measure 'learning' is antithetical to Deleuze:

We never know in advance how someone will learn: by means of what love someone becomes good at Latin, what encounters make them a philosopher, or in what dictionaries they learn to think. The limits of the faculties are encased one in the other in the broken shape of that which bears and transmits difference. There is no more a method of learning than there is a method for finding treasures, but a violent training, a culture of *paideia* which affects the entire individual (Deleuze, 2004, p. 165) (italics in original).

Paideia is, thus, not learning about development and formation, such as is made possible by what the State considers to be economically viable embodied knowledge and skills, skills that are inserted into the minds and bodies of students through the ministrations of expert bodies. What Freire calls the 'banking method' of education. Theoretically, put knowledge in, get knowledge out, hopefully with some interest. The concept of paideia, in terms of education, is a transformational process through guided self-cultivation, self-development and self-formation.

Conclusion

Learning in technology education should, as I have argued elsewhere, also involve subjective acts carried out when one is engaged in the formation and realisation of new ideas about technology. However, in reality, this continues to prove difficult, if not impossible (Dakers, 2023). The dominant orthodoxy in technology education remains fixed in the embodied applied problem-solving paradigm of learning skills associated with realising preordained rule-driven solutions. This vocationally orientated paradigm considers technology education to be a subject that requires students to develop the skills considered necessary for industry. This infers that these ‘necessary’ skills must be known in advance, thereby enabling the creation of prescribed curriculum content in service to industry. Research in secondary school technology education indicates that vocationally orientated craft-based technology education classroom practice overshadows the delivery of the creative aspects of virtual creative problem-solving.

My conclusion to the question ‘What is technology education?’ relies entirely upon the worldviews held by those responsible for the design of its curriculum content and for the delivery in the classroom. Experience dictates, at least for the present as well as for many other complex reasons, that the subject is locked into a quantitative pedagogy, a ‘curriculum-as-plan’ as Aoki (Dakers 2023, p.41) argues, where the curriculum content is specified in advance. This pre-supposes a pedagogy of the transfer of knowledge from teacher (expert) to students (passive recipients). What is needed, instead, in my worldview, is the formation of ‘a-curriculum-of-lived-experience’ (Aoki in Dakers 2023, p.41) where these issues are discussed and debated openly and democratically; one in which no individual is in charge of the knowledge that is co-produced and subject to constant variation (Dakers, 2023, p. 41).

As Bogue reminds us, teachers who say do this or do that are transmitting knowledge. On the other hand, teachers who say ‘do with me’ ... are not providing students with answers to problems that have already been solved, but rather, are guiding them in the art of discovering problems, an art that can only be mastered by practising it. “Such practise is mysterious in its inner workings, and unpredictable in its effects. ... [It is] not a method, but an art, not a programme of study, but a rigorous discipline” (Bogue, 2013, p. 31). It is païdeia.

References

- Bergós, J. (2018, 04 16). *Gaudí and Teamwork: His Artisan Collaborators*. Retrieved 12 25, 2022, from Blog Sagrada Família: <https://blog.sagradafamilia.org/en/divulgation/gaudi-and-his-artisan-collaborators/>
- Bogue, R. (2008). Search Swim and See: Deleuze's Apprenticeship in Signs and Pedagogy of Images. In I. Semetsky, *Nomadic Education: Variations on a Theme by Deleuze and Guattari* (pp. 1-16). Rotterdam: Brill.
- Challoner, J. (2011). *1001 Inventions that Changed the World*. London: Cassell Illustrated.
- Dakers, J., R. (2023). *A Nomadic Pedagogy About Technology: Teaching the Ongoing Process of Becoming Ethnotechnologically Literate*. Brill Publishers. Leiden - Boston.
- Deleuze, G. (2004). *Difference and Repetition*. (P. Patton, Trans.) London and New York: Continuum.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1994). *What is Philosophy*. (H. Tomlinson, & G. Burchell, Trans.) New York: Columbia University Press.
- Dreyfus, A. (2001). *On the Internet: Thinking in Action*. London and New York: Routledge.
- Grosz, E. (2004). *The Nick of Time: Politics, Evolution, and the Untimely*. Durham and London: Duke University Press.
- Jagodzinski, J. (2017). A Critical Introduction to What Is Art Education? In J. Jagodzinski, *What is Art Education?* (pp. 1-61). New York: Palgrave MacMillan.
- Mahoney, P. G. (2008, 08 07). *Industrial Design: Design the Dyson Way*. Retrieved 01 02, 2023, from Machine Design: <https://www.machinedesign.com/news/article/21817656/industrial-design-design-the-dyson-way>
- Roffe, J. (2010). Multiplicity. In A. Parr, *The Deleuze Dictionary: Revised Edition* (pp. 181-182). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Semetsky, I. (2006). *Deleuze, Education and Becoming* (Kindle Edition). Rotterdam: Sense Publishers.
- Wasser, A. (2017). How Do We Recognise Problems? *Deleuze Studies*, 11(1), 48-67.
- Williams, J. (2003, 2013). *Gilles Deleuze: Difference and Repetition: A Critical Introduction and Guide*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

STEAM based music activity example for gifted students: I design my instrument with Scratch and Makey Makey

Zeynep Özer and Rasim Erol Demirbatır

Uludağ University, Fine Arts Education, Music Education Department, Turkey

In this study, the aim is to present a STEAM-based music activity for gifted students and to determine the students' awareness of the process at the end of the activity. The study group of the research consists of exceptionally gifted students who applied to STEAM Based Music Activities Workshop in the Halil İnalçık Science and Art Center. Accordingly, we determined the study group of the research as 25 5th grade students studying at Bursa Halil İnalçık Science and Art Centre in the 2023–2024 academic year. At the same time, these students also take information technologies course. We carried out the activity of “I design my instrument with Scratch program and Makey Makey” for a total of 8 hours in 4 weeks, i.e., two hours each week. The activity was prepared in line with the 5E learning model. At the end of the research, we applied the Formative Evaluation Form to the students and obtained data about their awareness of the process. We used the content analysis method to analyze the data. In the research, we determined that the students enjoyed the activity, their interest in music increased, music can be used effectively in different fields, coding studies with music are more fun, and they developed self-confidence by liking their work. In line with the data obtained in the research, the conclusion was that the realisation of music lessons with different fields by using today's technologies has positive effects on students.

ARTICLE DETAILS

LUMAT Special Issue
Vol 11 No 4 (2023), 1–24

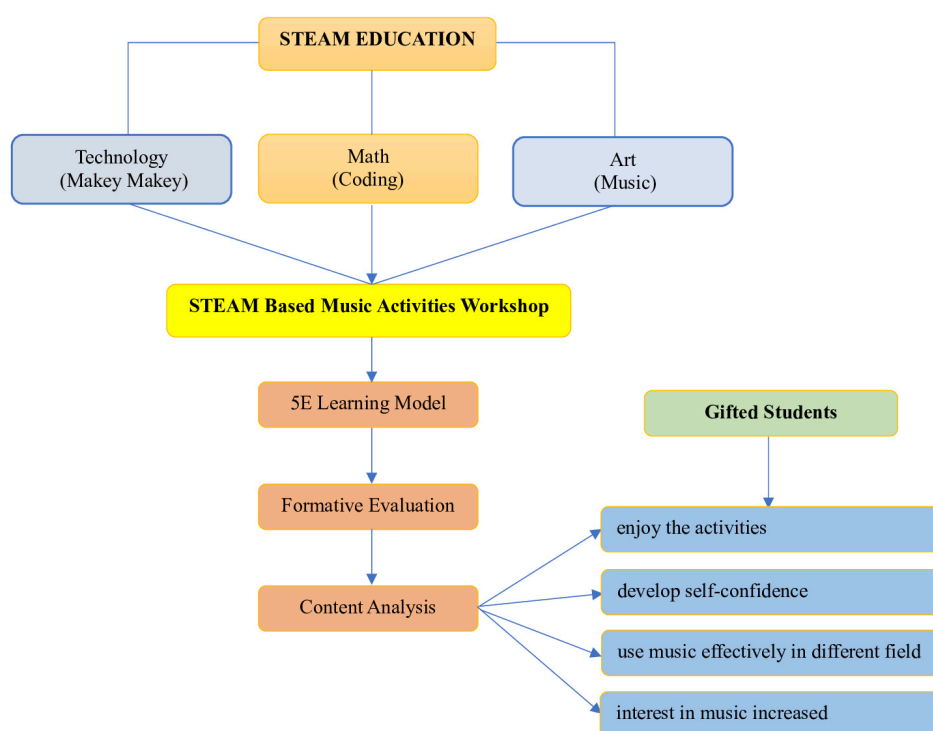
Received 6 April 2023
Accepted 12 December 2023
Published 19 December 2023

Pages: 24
References: 66

Correspondence:
811941004@ogr.uludag.edu.tr

[https://doi.org/10.31129/
LUMAT.11.4.1993](https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.1993)

Keywords: STEAM education, technology, gifted student, coding, 5E learning model



1 Introduction

The expectations and needs of individuals change depending on social, economic, technological and political developments in each period (Cansoy, 2018). Researchers have been concentrating on the question of how education and training should be structured to enable individuals to effectively adjust to advancements in specific fields (Karlı Baydere et al., 2019). There's also a belief that contemporary teaching methods should provide benefits that align with present-day requirements (Phanichraksaphong & Tsai, 2021). It is known that course contents designed around a single discipline are not sufficient to increase the quality of education and to provide more permanent learning. Especially today, as we enter the fourth industrial revolution, the interdisciplinary approach is thought to be more important than ever (Jesionkowska et al., 2020).

The STEAM approach, created with the understanding of interdisciplinary education, aims to use more than one of the fields of science, technology, engineering, art and mathematics. For this purpose, there are many studies showing that interdisciplinary studies improve students' 21st century skills. (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Singh, 2021; Liao et al., 2016; Ridwan et al., 2021; Zayyinah et al., 2022; Taylor, 2015; Allina, 2017)

The STEAM approach first emerged as STEM apart from the art dimension. However, the “art” dimension was also integrated into the approach, with the thought that these four disciplines could not fully meet the needs of the students (Mercin, 2019). STEAM education combines the arts with traditional STEM fields so that different disciplines can expand and inform each other (Barnes et al., 2019). By adding the art dimension to the related approach, students can create rich educational environments on the axis of design and creativity, such as finding effective solutions to current problems, producing projects and designing useful products from these projects (Erdoğan, 2020). Albert Einstein said, “If I wasn't a physicist, I would probably be a musician. I often think with music. I live my dreams with music. I see my life in terms of music.” This is a good example showing that art should be included as an indispensable element in the STEAM approach (Ramsey, 2022).

The use of the STEAM approach in the education of gifted students is important (Barış & Ecevit, 2019). Many STEAM-based studies developed for gifted students also demonstrate the importance of STEAM approach in education (Paik, 2013; Wilson, 2018; Mullet et al., 2017; Kanlı & Özyaprak, 2015; Ülger & Çepni, 2020; Robinson et

al., 2014; Root-Bernstein, 2015; Özçelik & Akgündüz, 2017; Vu et al., 2019). Coding education is also used in STEAM activities prepared for gifted students.

Coding education has an important role in the STEAM approach. With coding, studies can be carried out in many different areas. Miller (2019) defined coding as a language that makes use of a set of syntax rules (or blocks for elementary school students) that inform a computer program to perform a set of functions. In other words, coding education is the use of programming languages in order to achieve the determined goal (Çepni, 2018).

There are programs that enable creating music through coding and can be used effectively in music education. One of these programs, Sonic Pi, is a free web application where users can work on creating and displaying code-based music. Petrie (2022a) tried to find out how the Sonic Pi program affected students' attitudes towards programming, and he conducted a case study for secondary school students. In general, the results showed that all sub-dimensions of the students' programming attitudes, including enjoyment, importance and anxiety, increased significantly in a positive direction. In a different study, Petrie (2022b) examined how the Sonic Pi application would support learning outcomes in both music and programming in order to support Computational Thinking integrated into the Technology learning area of the New Zealand School curriculum. The results show that educators can use Sonic Pi to support many learning outcomes in the field of music and programming.

One of the tools used in this study is Scratch. Scratch, another coding program, has been widely used in education in recent years. Scratch provides a music module to enable children to create the music they want in their projects with the help of coding and to express their emotions freely (Gao et al., 2020). Scratch has the ability to generate and play sounds using components from different sound categories (Ruthmann et al., 2010). [Figure 1](#) shows the music activity interface of the Scratch program.

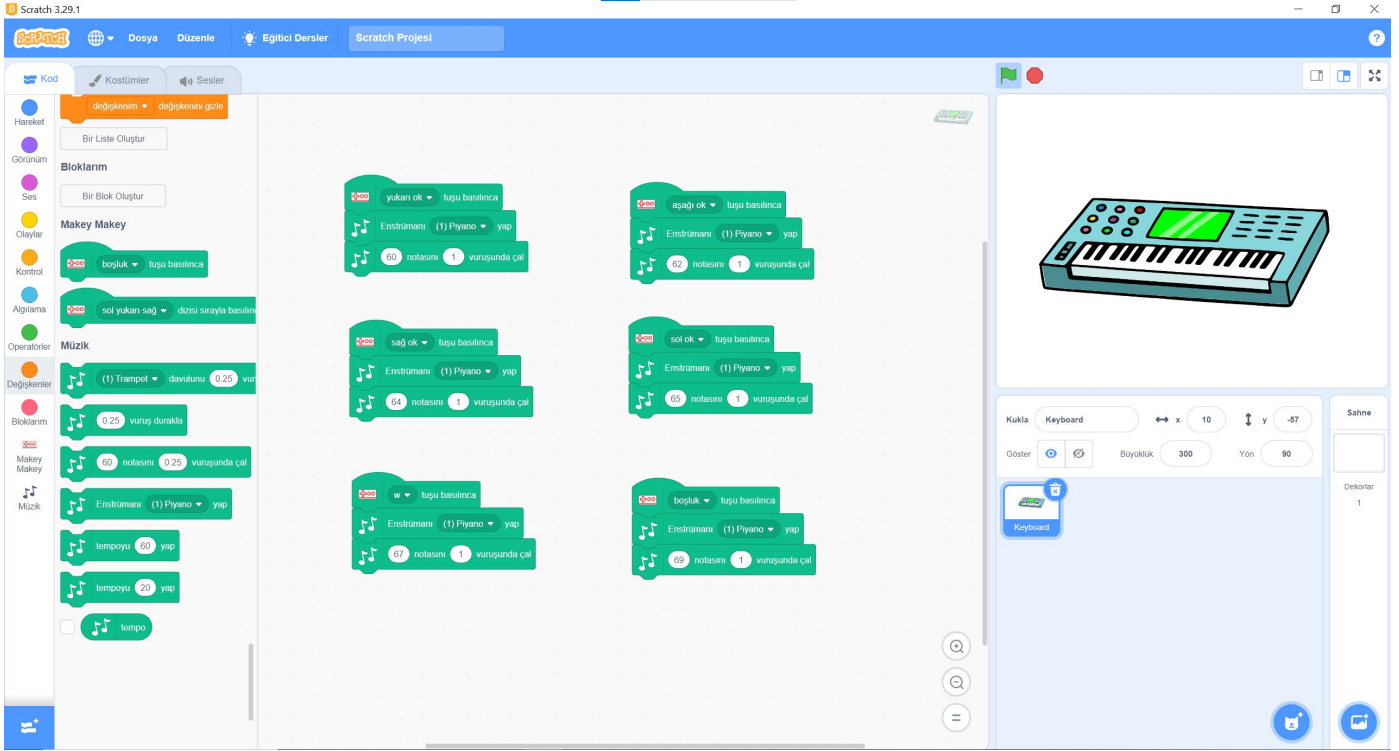


Figure 1. Scratch music program interface

Another tool used in this study is Makey Makey electronic kit. Primary school students may have difficulty in understanding concepts related to electricity. On the other hand, concrete user interfaces such as Makey-Makey are an interesting alternative for teaching this subject (Fokides & Papoutsis, 2019). With the Makey Makey electronic kit, conductive objects can be turned into touch surfaces. This approach ensures that students not only grasp the fundamentals of basic electronic circuits but also engage in these activities with enthusiasm (Tanık Önal & Ardiç, 2020). In addition, technological integration in education has become an inevitable part of an ever-changing world. This situation makes it necessary to use technological tools in education (Islam Sarker ve diğerleri, 2019).

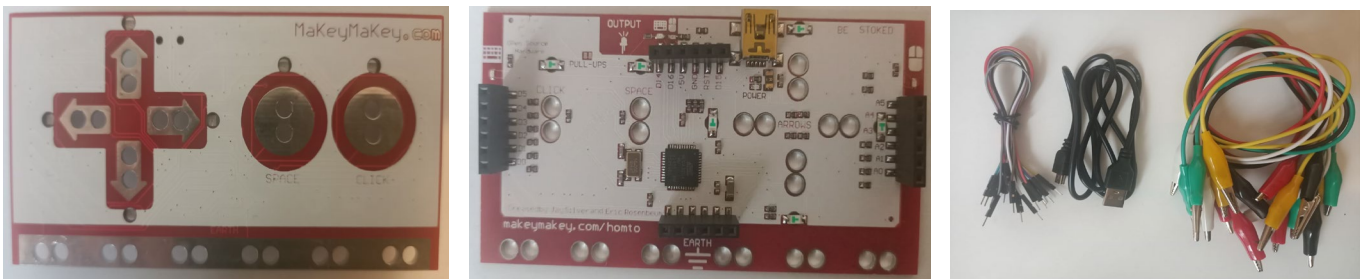


Figure 2. Parts of Makey Makey electronic kit

In [Figure 2](#), the parts of the Makey Makey electronic kit are presented. First, this technological resource consists of several components. A USB port is located on the front for easy connection to a computer. This part has the necessary tools to control the device interactively. In the back part, there is a motherboard next to the processor based on the Arduino programming language. On the other side, there are wiring and control clips that connect to various slots both front and back. To interact with other everyday objects, Makey Makey components include actuators, sensors and a processor as a logical part of the device (Marin-Marin et al., 2020).

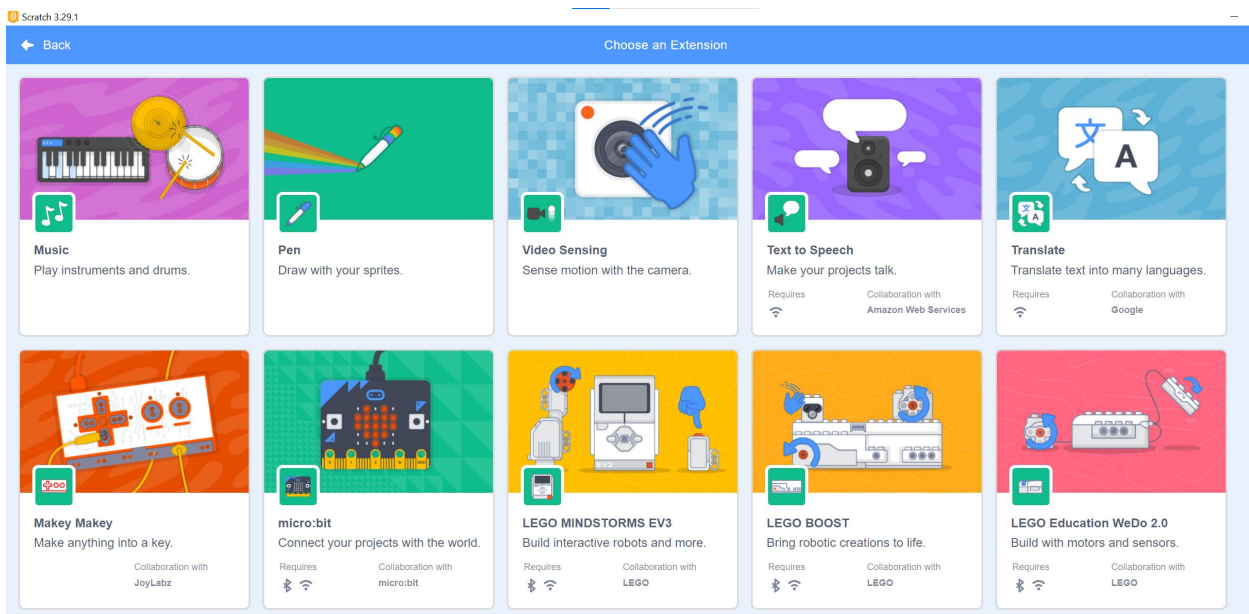


Figure 3. Scratch program add-ons

[Figure 3](#) shows the tools in the add-ons section of the Scratch program. When students want to make music studies in the Scratch program with the help of Makey Makey Electronic Kit, they should select the relevant plug-ins (Music and Makey Makey) and add them to the code blocks.

[Figure 4](#) shows music coding blocks in the Scratch program. There are three blocks of add-ons. Different blocks can be added to the program depending on the purpose of the study. At the top of the blocks, one can see which of these sections on the Makey Makey Electronic Card ([Figure 2](#)) will be connected to. The instrument selection block is in the middle, and the notes and note values block is at the bottom. Students first design a musical work that they can perform with Makey Makey in the Scratch program, and then connect Makey Makey, Scratch and conductive materials. Students participate in music making through a tactile design by connecting conductive objects

to Makey Makey (crocodile clips) instead of the computer keyboard (Chen & Lo, 2019).

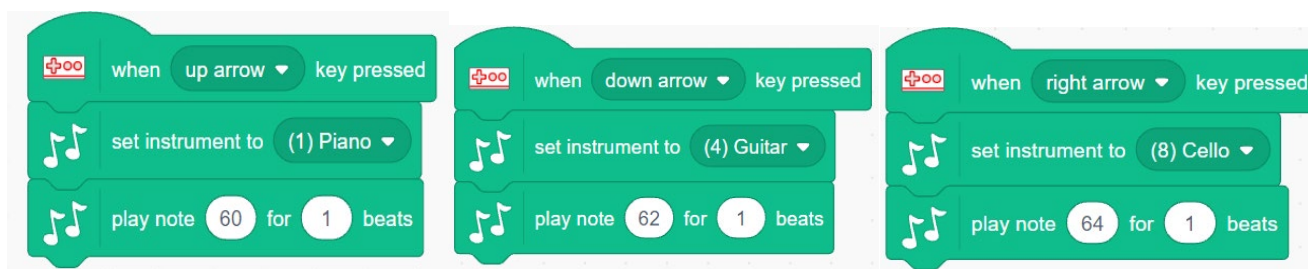


Figure 4. Scratch program music code blocks

In the activity design of the research, we used the 5E Learning Model consisting of engage, explore, explain, elaborate and evaluate stages. The 5E Learning Model is considered significant in the STEAM approach as it helps structure the STEAM disciplines, enabling students to establish connections between them and integrate their experiences into their daily lives (Çepni, 2018). In Table 1, the stages of the 5E learning model are given together with their explanations.

Table 1. Stages of the 5E learning model

Stages	Contents of the stages
Engage	In the engage stage of the model, the aim is to involve students in the learning process. For this purpose, students are asked to think critically by brainstorming about the subject (Hew et al., 2020).
Explore	In the explore stage of the model, students can begin to investigate the topic with the introduced materials and concepts. Students can discuss their ideas in groups with other students and relate what they have learnt previously to this new idea. In this way, the teacher will be able to assess how much knowledge the students have about the topic (Hassan et al., 2019).
Explain	In the explain stage, students construct meaning from the experiences in the previous stages. The teacher directly clarifies concepts, practices and skills related to STEAM disciplines. Questions from the teacher or other sources can lead students to a deeper understanding of the STEAM disciplines, which is the most critical part of this phase (Bybee, 2019).
Elaborate	In the elaborate stage, students are provided with new situations that challenge them in relation to what they have learnt in the previous stages of the lesson. Although this stage precedes the formal assessment of students' learning, it can also be considered as an extension of the clarification stage (Turan & Matterson, 2021).
Evaluate	In the evaluate stage, students should receive feedback about their work. The teacher can obtain feedback from assessment tools such as self-assessment, teacher observation, performance assessment, portfolio and rubric (Çepni, 2018).

The literature review revealed that there is a scarcity of STEAM studies in music education in Turkey. Particularly in this digital age, it is believed that such studies are crucial in the realm of music education. Moreover, coding education holds significance in Science and Art Centers that offer activity-based learning for gifted students. Conducting coding-based projects within music activities at these centers is seen as a way to enhance the STEAM approach in the field of art.

At the same time, many researchers have examined the use of music and accompanying technology as a tool to increase interest in science (Gregorio et al., 2015; Dorfman, 2022; Gorbunova & Hiner, 2019; Waddell & Williamon, 2019; Alekseenko & Rakich, 2020; Liu, 2019; Potapchuk et al., 2021). Coding education is important for students to develop problem solving, analytical thinking, creative thinking and computer literacy. However, learning coding can be perceived as a difficult task as it requires a certain abstraction skill that primary school students have not yet developed. To address this challenge, abstract programming concepts such as variables and parameters can be effectively conveyed to students by programming songs, offering a more tangible and concrete approach to learning (Lavy, 2021).

In the current research, we aimed to present an activity example that can be applied within the scope of “STEAM Based Music Activities” for gifted students in general abilities. We explored how gifted students experienced and perceived the process of STEAM-based music activities. The research problem can be framed as, “What is the process involved in creating and executing an example of a STEAM-based music activity?” In the context of the “I design my instrument with Scratch and Makey Makey” activity for exceptionally talented students, the aim was to answer the following questions:

- A. How did their ideas evolve?
- B. What observations did they make?
- C. What situations or discoveries surprised them during the process?

2 Method

2.1 Research model

In this study, we introduced a STEAM-based music activity and conducted assessments to determine the level of awareness it generated in the students upon completion. To achieve this, we employed the case study method, which enables researchers

to gather comprehensive information using various data sources over a specific timeframe and to describe the gathered insights in detail (Creswell, 2007).

Case study offers various benefits to the researcher in terms of process and outcome. It helps the researcher to focus on a specific situation within the boundaries of time and space, giving the chance to look in depth at the inner workings and interactions of the current situation or individual (Burkholder et al., 2019).

2.2 Study group of the research

The study group was selected through criterion sampling, which is one of the purposive sampling methods. Purposive sampling is commonly employed in research to identify and select cases that provide rich information relevant to the phenomenon under investigation. Among the various purposive sampling strategies, criterion sampling, as noted by Palinkas et al. (2015), is one of the most frequently applied methods in practical research. According to Patton (1980), purposeful sampling enables in-depth examination of situations believed to offer valuable information.

Criterion sampling, a purposive sampling method, involves studying all situations that meet a set of predetermined criteria. These criteria can be established by the researcher or drawn from a pre-existing list of criteria (Şimşek and Yıldırım, 2011).

In this research, the limited number of exceptionally talented music students at the Science and Art Centre where the study was conducted necessitated the inclusion of general talent students in the sampling group. Science and Art Centers can hold workshops for exceptionally talented students in different fields. The study group of the research consisted of students who applied to the “STEAM-Based Music Activities” workshop based on the determined criteria.

The criteria used to select the research group were as follows:

1. Students must be enrolled at the Science and Art Centre where the research is conducted, and their attendance must be compulsory.
2. Students must have an interest in music, willingly participate in the study, and have obtained parental approval.
3. Students must be at the secondary school level (aged between 10 and 11).

Upon evaluating student practices for the “STEAM-Based Music Activities” workshop, it was noted that the highest participation came from 5th-grade students. Subsequently, a review of the curriculum for 5th-grade students attending Science and Art Centers revealed that they also had taken information technologies and

mathematics courses. This finding strengthens the suitability of the selected group for interdisciplinary studies.

The study group of this research is 25 5th grade students studying in the field of general ability at Bursa Halil İnalçık Science and Art Center in the 2022–2023 academic year. The study group consisted of students who enrolled in the “STEAM-Based Music Activities” workshop and took information technologies course at the same center. The study group consisted of 14 female and 11 male students. Within the scope of the study, parents were informed and necessary permissions were obtained.

2.3 Data collection instruments of the research

In this study, we presented a STEAM-based music activity. At the end of the activity, formative evaluation was conducted to assess the students' awareness of the process. Formative assessment is frequently utilized to provide on-going feedback with the goal of enhancing teaching and learning within the classroom (Hargreaves, 2005). Formative assessment also has the potential to support teaching and learning in the classroom (Schildkamp et al., 2020). Data for formative assessment can be gathered through questioning and discussions with students, by reviewing their work, or by directly observing students as they engage in their tasks (Brookhart, 2010).

Another way to understand formative assessment is to compare it with summative assessment. Summative assessment focuses solely on recording current student achievement. Formative assessment, on the other hand, is used to provide feedback from students regarding the subject and process and to identify and implement instructional corrections. It is accomplished through open-ended questions or observations directed at students while teaching or reviewing content. If the information obtained from observations and questions directed to students is accurate, the teacher can determine instructional adjustments that can help improve student learning. In this way, formative assessment and instruction are integrated, ideally resulting in a seamless process of assessment, instruction, and then further assessment (Cauley & McMillan, 2010).

Formative assessment can be used for different purposes. One of these is that it allows students to evaluate themselves. When giving feedback, teachers encourage them to evaluate themselves by asking questions such as “What do you think about how well you learned?” (McTighe & O'Connor, 2005). In the current research, we prepared a “Formative Evaluation Form” by taking expert opinion in order to assess the awareness of exceptionally talented students regarding the activity process. In the

form, we asked 3 questions that the students could answer easily, considering their age groups. “Formative Evaluation Form” is given in [Table 2](#).

Table 2. Formative evaluation form

Scratch program and Makey Makey kit for designing my instrument activity;
My opinions that have changed:
Things I have noticed:
Situations that surprised me:

2.4 Data analysis method of the research

In this study, we analyzed the data obtained with the formative evaluation form used to assess the students' awareness at the end of the activity using the content analysis method.

Content analysis is one of the most important analysis methods used in social sciences. In content analysis, researchers focus on providing a simple but in-depth report on commonalities and differences in the data (Vaismoradi & Snelgrove, 2019). This method of analysis recognizes that societies are animated by speeches, texts and other forms of communication and that it is impossible to understand social phenomena without understanding how language functions in the social world (Krippendorff, 2018). When the data allow for the interpretation of hidden content, qualitative content analysis reveals both depth and meaning in participants' statements (Lindgren et al., 2020). [Table 3](#) presents the themes and codes derived from data gathered from the students through the Formative Evaluation Form.

Table 3. Themes and codes created through students’ opinions about the activity

Theme	Code	Students
My opinions that have changed	Instrument design	S1, S2, S17
	Coding and music	S2, S4, S5, S6, S14, S25
	Fun and learning	S3, S6, S7, S8, S11, S13, S18, S21, S25
	Changing prejudices	S1, S2, S4, S5, S7, S12, S14, S15, S16, S17, S18, S21, S24
	Gain new information	S19
	Universality of music	S9
	Increasing interest in music	S10, S12, S21, S22
	Evaluating school music lessons	S20, S23
Things I have noticed	Development of creativity	S1, S9
	Enjoying the activity	S2, S3, S4, S12, S14, S20, S22, S24
	Potential of the Scratch program	S5, S10, S13, S16, S18, S21, S25
	Makey Makey Kit and music relationship	S23
	Development of coding skills	S7, S15
	Understanding the relationship of music in different fields	S6, S11
	Self-confidence development	S8, S17, S19
Situations that surprised me	The combination of technology and music	S2, S7, S9, S12, S15, S16
	Using the Makey Makey Kit	S1, S3, S5, S12, S13, S18, S21, S22, S23
	Creativity and success	S6, S14, S20
	Recognizing conductive materials	S11, S13, S17, S19, S23, S24, S25
	Coding and entertainment	S8
	Instrument design from recycled materials	S4, S10

Table 3 includes the codes generated with the guidance of expert opinion, based on the data collected under the themes of “my changing ideas,” “things I noticed” and “situations that surprised me” for the “I design my instrument with Scratch and Makey Makey” activity among exceptionally gifted students. In this study, 22 codes were created under 3 themes. In the reliability phase of the created codes, the result of agreement between the experts examining the codes ($\text{Reliability} = \frac{\text{Number of agreement}}{\text{Agreement} + \text{number of disagreement}}$) is expected to be higher than 70% (Tavşancıl & Aslan, 2001). In this regard, three experts reviewed the codes generated by three researchers. All the consulted experts confirmed that the identified codes aligned with the content. We subsequently presented and analyzed the data collected via the Formative Evaluation Form in tables within the findings.

2.5 Implementation of the activity

In this part of the study, we presented the design of the activity according to the 5E model and practices at each stage. We carried out the activity for a total of 8 hours, 2 hours per week. The duration of this period was determined based on the practices to

be conducted in the activity.

2.5.1 Engage

The students were introduced to the idea that music can interact with various disciplines and can be applied effectively in diverse fields. They received a brief overview of the planned activities within this context. At this point, we asked the students about their familiarity with the Scratch program, and addressed any fundamental gaps in their knowledge of the program. Furthermore, we informed the students that they could also conduct music-related projects using this program and encouraged them to brainstorm and discuss potential studies in groups.

In the activity, the Scratch program requires basic student experience. Students take the Information Technologies course at the same center and work on the Scratch program in this course. As a result, the students have prior knowledge about the relevant program.

2.5.2 Explore

At this stage of the activity, the students learned that they could also make music with the help of coding. We informed students that the Scratch program would be used for music design and introduced the parts of the program related to music design. Then, the students carried out basic level activities. At this stage, the students vocalized the “Harry Potter” music by coding it in the Scratch program with the teacher. Thus, students are assumed to have learned basic notes and note values through coding in the program. After the music coding activities with the students, we introduced Makey Makey Electronic Kit. We presented the connection between Makey Makey Electronic Kit and Scratch to the students with two different setups set up by the teacher. The students were allowed to experience the set up. At this stage, we carried out two studies with the students. The first of these studies is the vocalization of a note sequence (C Major Scale) coded in the Scratch program, through glasses filled with water and bananas, with the help of the Makey Makey Electronic Kit. [Figure 3](#) displays images of the engage and explore phases.



Figure 5. Images of the engage and explore stages

2.5.3 Explain

At this stage, the aim was for the students to produce new information by utilizing their previous experiences. For this reason, the students were given an octave piano keyboard model and asked to code it in Scratch program and then vocalize it with Makey Makey Electronic Kit. [Figure 4](#) displays images related to the explanation stage.



Figure 6. Images of the explain stage

2.5.4 Elaborate

At this stage, we asked students to make different instruments with the recycled materials brought to the classroom. They could use the available materials as much as they wanted. In addition, they were expected to code using the sound effects they wanted in the Scratch program and make sounds using the Makey Makey electronic kit. [Figure 5](#) displays images related to the elaborate stage.



Figure 7. Images of the elaborate stage

2.5.5 Evaluate

In the evaluation phase of the activity, the aim was to assess the students' awareness of the process. In this context, the data obtained from the students' Formative Evaluation form at the end of the activity are presented in the findings.

3 Findings

In this part, we evaluated the data obtained from the Formative Assessment Form in line with the content analysis applied to the students at the end of the activity and we presented these data in tables. While creating the tables, we coded the students as given in the “Student” column.

Table 4. Codes that were created under the theme of “My opinions that have changed”

Theme	Code	Students
My opinions that have changed	Instrument design	S1, S2, S17
	Coding and music	S2, S4, S5, S6, S14, S25
	Fun and learning	S3, S6, S7, S8, S11, S13, S18, S21, S25
	Changing prejudices	S1, S2, S4, S5, S7, S12, S14, S15, S16, S17, S18, S21, S24
	Gain new information	S19
	Universality of music	S9
	Increasing interest in music	S10, S12, S21, S22
	Evaluating school music lessons	S20, S23

Table 4 contains the codes obtained through the students' opinions about the theme of “my changing ideas” in the Scientific Evaluation Form. In this regard, we created 8 codes under the theme of My Changing Ideas. **Table 4** and **Table 5** were evaluated together.

Table 5. Findings obtained under the theme of “My opinions that have changed”

Student	Student opinions
S1	I never thought I could design a musical instrument, but now I can.
S2	At first, I didn't believe that I could make a musical instrument sound with coding, but now I can.
S3	Music lessons with the computer are a lot of fun.
S4	I thought the combination of coding and music would be difficult, but it wasn't.
S5	I didn't like the works I did in Scratch program before, but I found my music works very successful now.
S6	I learnt things I didn't know about music and coding and these activities were a lot of fun.
S7	I didn't have much interest in music before, but now I like it more.
S8	It was fun to make music with coding.
S9	I learnt that music can be used everywhere.
S10	I started to like music more.
S11	Computer and music lessons are a lot of fun together.
S12	Before this class I was not very excited about music. But this class showed me the fun side of music and gave me new ideas. Now I look forward to taking this class.
S13	I learnt that music can be made in Scratch.
S14	I think Scratch program is not boring anymore.
S15	I found coding a bit boring, but I was very interested in doing music activities with coding.
S16	I thought coding was boring and difficult, but it was both easy and fun.
S17	I was not interested in musical instruments before, but I am interested in them now. I even got a musical instrument and started playing it.
S18	Normally I don't like music, but now I think it is more fun. Especially coding music is very fun.
S19	Before coming to this workshop, I never thought that we could make music with bananas and water.
S20	I think that this is how music lessons should be organized in our schools.
S21	I used to not enjoy music lessons much, but now I do.
S22	I became more interested in music lessons.
S23	I was quite bored with the music lessons in our school. With such activities, music became more enjoyable.
S24	I was prejudiced about the activity to be carried out beforehand, but I really liked the work carried out over time.
S25	Now I think coding is more fun thanks to music.

Table 4 presents the codes we created from the student opinions given in [Table 5](#). Under the theme of “My changing ideas” during the process of the activity; 3 students stated their opinions on instrument design, 6 students on coding and music, 9 students on entertainment and learning, 13 students on changing prejudices, 1 student on acquiring new information, 1 student on the universality of music, 4 students on increasing interest in music, and 2 students on school music lessons. When we evaluate student opinions in general, we see that the issues that many students approached with prejudice before the activity changed positively afterwards. In this case, the

activity increased students' awareness and developed positive thoughts in them. [Table 5](#) displays student opinions in detail.

Table 6. Codes that were created under the theme of “Things I have noticed”

Theme	Codes	Students
Things I have noticed	Development of creativity	S1, S9
	Enjoying the activity	S2, S3, S4, S12, S14, S20, S22, S24
	Potential of the Scratch program	S5, S10, S13, S16, S18, S21, S25
	Makey Makey Kit and music relationship	S23
	Development of coding skills	S7, S15
	Understanding the relationship of music in different fields	S6, S11
	Self-confidence development	S8, S17, S19

[Table 6](#) contains the codes obtained through the students' opinions about the theme of “Things I noticed” in the Scientific Evaluation Form. We created 7 codes under the theme of “Things I noticed”. [Table 6](#) and [Table 7](#) were evaluated together.

Table 7. Findings obtained under the theme of “things I have noticed”

Student	Student opinions
S1	I have noticed that my creativity has improved. I couldn't think of such things before.
S2	I have noticed that I love designing musical instruments.
S3	I have noticed that I really enjoyed making a musical instrument and being able to play it by coding it in the Scratch program.
S4	I have noticed that making music through coding is a lot of fun.
S5	There are so many things I can do with the Scratch program.
S6	I have noticed that music can be used in different fields.
S7	I also improved in coding and music.
S8	I thought I was bad at music, but I'm not.
S9	I have noticed that I could design new things even if I had difficulties.
S10	I have noticed that programs such as Scratch can be used for different purposes with Makey Makey.
S11	Music can be made with information. Music can be made with conductive materials.
S12	I have noticed that I enjoy designing different things with music activities.
S13	I have noticed that you can play beautiful music with Scratch by using new blocks.
S14	I have noticed that I like this kind of music events.
S15	I have noticed that my coding skills improved, and I learnt new things.
S16	I have noticed that I could make music with coding in the Scratch program.
S17	I have noticed that I have an interest in music and even a little talent for it.
S18	I have noticed that there were many things I didn't know in Scratch and I was very happy to learn them.
S19	I have noticed that I had a little talent for music.
S20	I have noticed that I really like music events that take place in this way.
S21	I have noticed that there is a code part in the Scratch program that can make music.

S22	I have noticed the music was a lot of fun.
S23	I have noticed that Makey Makey electronic kits can be used to make music.
S24	I have noticed that music is even more fun thanks to the events we organized.
S25	I have noticed that scratch can be used for different purposes.

Table 6 presents the codes created from the student opinions given in Table 7. Under the theme of “Things I noticed” regarding the activity process; 2 students expressed their opinions on the development of creativity, 8 students on enjoying the activity, 7 students on the potential of the Scratch program, 1 student on the relationship between Makey Makey Kit and music, 2 students on the development of coding skills, 2 students on understanding the relationship of music in different fields, and 3 students on developing self-confidence. Most of the students enjoyed the activity and discovered the potential of the Scratch program. Students also work on the Scratch program in Information Technologies Classes. In this activity, students experienced that the Scratch program can also be used in music education. In this way, students became aware of a relationship between music and technology.

Table 8. Codes that were created under the theme of “Situations that surprised me”

Theme	Codes	Students
Situations that surprised me	The combination of technology and music	S2, S7, S9, S12, S15, S16
	Using the Makey Makey Kit	S1, S3, S5, S12, S13, S18, S21, S22, S23
	Creativity and success	S6, S14, S20
	Recognizing conductive materials	S11, S13, S17, S19, S23, S24, S25
	Coding and entertainment	S8
	Instrument design from recycled materials	S4, S10

Table 8 contains the codes obtained through the opinions of the students for the theme of “Situations that surprised me” in the Scientific Evaluation Form. We created 6 codes under the theme of “Situations that surprised me”. Table 8 and Table 9 were evaluated together.

Table 9. Findings obtained under the title of “situations that surprised me”

Student	Student opinions
S1	I was surprised that such work was done with only a card and cables.
S2	I was a bit surprised to be able to make music by writing code.
S3	When I touch the water with Makey Makey, it makes a sound.
S4	I was surprised to design musical instruments from different materials and to make them sound with the help of a computer.
S5	I was surprised how useful the Makey Makey kit is and what music can teach people.
S6	To have achieved so many things on my first try.

S7	I was surprised to be able to make music with coding.
S8	I had fun for some reason.
S9	I was amazed that music can be played in code.
S10	Creating and performing musical instruments from recycled materials.
S11	Making music with fruits and even water with coding and Makey Makey kits.
S12	I didn't know that so much could be done with a few cables and aluminum foil and circuits. I didn't think that music and coding could be so intertwined.
S13	I was surprised to give sound to conductive things using Scratch and Makey Makey electronic kit.
S14	I was surprised that at the end of this activity I produced a beautiful instrument.
S15	I was very surprised to be able to play my favorite music with codes.
S16	I was very surprised to be able to make instruments with Scratch and electronic materials.
S17	I was very surprised to be able to make music with bananas.
S18	I was very surprised to be able to make music with Makey Makey electronic kits.
S19	I was very surprised to be able to produce sound from conductive things.
S20	I made and played a musical instrument for the first time.
S21	I was very surprised to be able to make music with the help of my codes and Makey Makey kits.
S22	I was very surprised to make music with the help of Makey Makey.
S23	Making music by touching water with Makey Makey surprised me a lot.
S24	The activity in which we coded with water surprised me a lot.
S25	Making music by touching the water surprised me a lot.

Table 8 presents the codes we created through student opinions given in [Table 9](#). Under the theme of “Situations that surprised me” regarding the activity process; 6 students expressed their opinions about the combination of technology and music, 9 students about the surprising use of Makey Makey Kit, 3 students about creativity and success, 7 students about recognizing conductive materials, 1 student about coding and entertainment, and 2 students about instrument design from recycled materials. The students found the use of Makey Makey Kit to be the most interesting. They carried out many different practices with the Makey Makey Kit throughout the activity. This increased students' interest in the tools used in the activity and aroused their curiosity. The relevant tool guided students in recognizing conductive materials.

4 Discussion, conclusion and suggestions

In this study, we introduced a STEAM-based music activity for gifted students, aiming to assess their understanding of the process at the end of the activity. In this direction, the music activity carried out with the help of coding and Makey Makey electronic kits attracted the students' attention and offered them different perspectives. Özkandemir (2019) examined the effect of Scratch programming language and Makey Makey electronic card used in coding and robotics lessons in primary school 1st, 2nd and 3rd grade

music lessons on note reading and writing. 156 students participated in the study. According to the results of the 12-week training process, there was an improvement in note reading and writing activities in all classes. The students enjoyed this learning process and performed the exercises with satisfaction. Unlike the study of Özkan-demir (2019), we derived the current study from a section of the doctoral thesis for exceptionally talented students. In addition, the aim of the study is to create awareness that educators can use different fields in music education effectively by offering a STEAM-based music activity to students.

In another study, undergraduate music education students at the University of Arkansas in the United States of America worked with primary school students aged 6 to 10 years to create original musical instruments and compositions with the help of Makey Makey electronic cards and coding. At the end of the research, there was an increase in the musical development of the students. For this reason, it would be beneficial for music education students to include course programs including such activities in the music departments of universities (Abrahams, 2018).

There are scientific studies that show that music improves students' computational thinking skills along with coding. Bell and Bell (2018) tried to seek ideas for meaningful ways to integrate computational thinking and music and to show how art can have a primary role in supporting computational thinking. Barate et al. (2017) designed a web tool based on integrating note teaching with algorithmic experiences using Lego blocks to increase the computational thinking skills of primary school students.

In this study, we found out that STEAM-based music activity for gifted students had positive effects on students. The students who participated in the activity enjoyed the practices, their interest in music increased, they gained awareness that music could be used effectively in different fields, they found the designs they made from recycled materials valuable and thus developed self-confidence, students who found coding boring before learned coding better with music, and learned simple electronic circuits with the help of Makey Makey kits.

The study is a part of a more comprehensive doctoral thesis. There are 4 more STEAM-based music activities in the doctoral study. At the end of the activities, students' metacognitive awareness, creativity potential and opinions about the activities were assessed. As a result, we determined that STEAM-based music activities contribute positively to students' creativity and metacognitive awareness levels. Student opinions in this study are data supporting the results of the doctoral study.

In line with the results obtained in the research, considering today's technological opportunities, utilizing them in the field of education and integrating them into music education can make positive contributions to students' learning and motivation. Especially thanks to the interaction of music with different fields, it will enrich other disciplines and provide more qualified learning environments. Similar studies to be carried out not only for gifted students but also for students of different characteristics or different age groups will help students increase their interest and motivation towards music and science.

Acknowledgements

This study was supported by Bursa Uludağ University Scientific Research Projects within the scope of project number SDK-2023-1308. We would like to thank BUU Scientific Research Projects Unit for their support. We carried out this study by obtaining the necessary permissions from the relevant units.

References

- Abrahams, D. (2018). The efficacy of service-learning in students' engagements with music technology. *15*, pp. 164–176. Tel-Aviv: Materials of the First International Conference on Music Education in the Community "Traditions, Challenges and Innvations".
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, *11*(7), p. 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Alekseenko, N., & Rakich, D. (2020). The use of innovative pedagogical technologies in music education. *International Scientific and Practical Conference "Teacher Professionalism: Psychological and Pedagogical Support of a Successful Career" (ICTP 2020)*, *87*, pp. 1–9. Retrieved from https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2020/15/shsconf_ictp2020_00079/shsconf_ictp2020_00079.html
- Allina, B. (2017). The development of STEAM educational policy to promote students creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, *119*(2), pp. 77–78. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1296392>
- Barate, A., Ludovico, L. A., & Malchiodi, D. (2017). Fostering computational thinking in primary school through a LEGO®-based music notation. *Procedia Computer Science*, *112*, pp. 1334–1344. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.018>
- Barış, N., & Ecevit, T. (2019). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM uygulamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *13*(1), pp. 217–233. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.529898>
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Park, C. H., & Jeon, M. (2019). Informal STEAM education case study: Child-robot musical theater. *Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 1–6). Glasgow. <https://doi.org/10.1145/3290607.3312890>

- Bell, J., & Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), pp. 151–166. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.09>
- Brookhart, S. M. (2010). *Formative assessment strategies for every classroom: An ASCD action tool*. ACCD Publications.
- Burkholder, G. J., Cox, K. A., Crawford, L. M., & Hitchcock, J. H. (Eds.). (2019). *Research design and methods: An applied guide for the scholar-practitioner*. Sage Publishing.
- Bybee, R. W. (2019). Using the BSCS 5E instructional model to introduce STEM disciplines. *Science and Children*, 56(6), pp. 8–12. Retrieved from <https://www.proquest.com/openview/392f0dc54e46d73a943efca09f664cf9/1?pqorigsite=gscholar&cbl=41736>
- Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21. yy becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), pp. 3112–3134. <https://doi.org/10.15869/itobiad.494286>
- Cauley, K. M., & McMillan, J. H. (2010). Formative assessment techniques to support student motivation and achievement. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies*, 83(1), pp. 1–6. <https://doi.org/10.1080/00098650903267784>
- Chen, C. J., & Lo, K. J. (2019). From teacher-designer to student-researcher: A study of attitude change regarding creativity in STEAM education by using makey makey as a platform for human-centred design instrument. *Journal for STEM Education Research*, 2, pp. 75–91. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0010-6>
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design. Coosing among five approaches*. Sage Publications.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM+a+e eğitimi*. Pegem Akademi.
- Dorfman, J. (2022). *Theory and practice of technology-based music instruction*. Oxford University Press.
- Erdoğan, S. (2020). STEM ve sanat eğitimi ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(44), pp. 303–316. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61826/925118>
- Fokides, E., & Papoutsis, A. (2019). Using Makey-Makey for teaching electricity to primary school students. A pilot study. *Education and Information Technologies*(25), pp. 1193–1215. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10013-5>
- Gao, Z., Qiu, L., Qi, P., & Sun, Y. (2020). A novel music emotion recognition model for scratch-generated music. *2020 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, (pp. 1794–1799). Limassol. <https://doi.org/10.1109/IWCMC48107.2020.9148471>
- Gorbunova, I., & Hiner, H. (2019). Music computer technologies and interactive systems of education in digital age school. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 273, pp. 124–128. <https://doi.org/10.2991/csis-18.2019.25>
- Gregorio, J., Rosen, D. S., Morton, B. G., & Batual, A. (2015). Introduction to STEAM through music technology (Evaluation). *122nd ASEE Annual Conference & Exposition*. Seattle. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/283226978_Introduction_to_STEAM_through_music_technology_Evaluation
- Hargreaves, E. (2005). Assessment for learning? Thinking outside the (black) box. *Cambridge Journal of Education*, 35(2), pp. 213–224. <https://doi.org/10.1080/03057640500146880>
- Hassan, M. N., Abdullah, A. H., İsmail, N., Suhud, S. N., & Hamzah, M. H. (2019). Mathematics curriculum framework for early childhood education based on science, technology, engineering and mathematics (STEM). *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), pp. 15–31. <https://doi.org/doi.org/10.12973/iejme/3960>

- Hew, K. F., Jia, C., Gonda, D. E., & Bai, S. (2020). Transitioning to the “new normal” of learning in unpredictable times: pedagogical practices and learning performance in fully online flipped classrooms. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(57), pp. 2–22. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00234-x>
- Islam Sarker, M. N., Wu, M., Cao, Q., Alam, G. M., & Li, D. (2019). Leveraging digital technology for better learning and education: A systematic literature review. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(7). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.7.1246>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education—A case study. *Education Esiences*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Kanlı, E., & Özyaprak, M. (2015). Stem education for gifted and talented students in Turkey. *Journal of Gifted Education Research*, 3(2), pp. 1–10. Retrieved from <http://uyad.beun.edu.tr>
- Karlı Baydere, F., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: Pıhtı önleyici ilaç. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, pp. 1935–1946. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3051>
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage Publications.
- Lavy, I. (2021). Applying STEAM education-the case integrating music and programming. *13th International Conference on Education and New Learning Technologies*, (pp. 332–341). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.0111>
- Liao, C., Motter, J. L., & Patton, R. M. (2016). Tech-savvy girls: Learning 21st-century skills through STEAM digital artmaking. *Art Education*, 69(4), pp. 29–35. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1176492>
- Lindgren, B. M., Lundman, B., & Graneheim, U. H. (2020). Abstraction and interpretation during the qualitative content analysis process. *International Journal of Nursing Studies*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103632>
- Liu, Y. (2019). Effects of information technology integrated music ecological education on learning interest and performance. *Ekoloji*(107), pp. 3441–3448. Retrieved from <http://www.ekolojidergisi.com/article/effects-of-information-technology-integrated-music-ecological-education-on-learning-interest-and-5986>
- Marin-Marin, J.-A., Soler Costa, R., Moreno-Guerrero, A.-J., & Lopez-Belmonte, J. (2020). Makey Makey as an interactive robotic tool for high school students' learning in multicultural contexts. *Education Sciences*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/educsci10090239>
- McTighe, J., & O'Connor, K. (2005). Seven practices for effective learning. *Educational Leadership*, 63(3), pp. 10–17. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ745451>
- Mercin, L. (2019). STEAM eğitiminde sanatın yeri. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9(19), pp. 28–41. <https://doi.org/10.16950/iujad.514132>
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZDM Mathematics Education*, 51, pp. 915–927. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Mullet, D. R., Kettler, T., & Sabatini, A. (2017). Gifted students' conceptions of their high school STEM education. *Journal for the Education of the Gifted*, 41(1). <https://doi.org/10.1177/0162353217745156>
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2017). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya University Journal of Education Faculty*, 8(2), pp. 334–351. <https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>
- Özkandemir, O. (2019). *İlkokul müzik derslerinde robotik ve kodlama programlarının kullanılmasına yönelik örnek bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Paik, H. (2013). Delphi Study about Mathematics Gifted Education Based on STEAM Education. *The Korea society of educational studies in mathematics*, 15(4), pp. 867–888. Retrieved from <https://koreascience.kr/article/JAKO201303536815425.page>
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Adm Policy Ment Health*, 42, 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Patton, M. Q. (1980). *Qualitative evaluation methods*. Sage Publications. <https://gwern.net/doc/sociology/1980-patton-qualitativeevaluationmethods.pdf>
- Petrie, C. (2022a). Programming music with Sonic Pi promotes positive attitudes for beginners. 179, pp. 1–13. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104409>
- Petrie, C. (2022b). Interdisciplinary computational thinking with music and programming: a case study on algorithmic music composition with Sonic Pi. 32(2), pp. 260–282. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1935603>
- Phanichraksaphong, V., & Tsai, W.-H. (2021). Automatic evaluation of piano performances for STEAM education. *Applied Sciences*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/app112411783>
- Potapchuk, T., Fabryka-Protska, O., Gunder, L., Dutchak, V., Osypenko, Y., Fomin, K., & Shvets, N. (2021). Use of innovation and information technologies in music. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(12). <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.12.42>
- Ramsey, G. P. (2022). Integrating science, technology, engineering, and math (STEM) and music: Putting the arts in science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) through acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 152(2), pp. 1106–1111. <https://doi.org/10.1121/10.0013571>
- Ridwan, A., Rahmawati, Y., & Hadinugrahaningsih, T. (2021). STEAM integration in chemistry learning for developing 21st century skills. *MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices*, 7(2), pp. 184–194. <https://doi.org/10.52634/MIER/2017/V7/I2/1420>
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G., & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3). <https://doi.org/10.1177/1932202X14533799>
- Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review*, 16, pp. 203–212. <https://doi.org/10.1007/s12564-015-9362-0>
- Ruthmann, A., Heines, J. M., Greher, G. R., Laidler, P., & Saulters, C. (2010). Teaching computational thinking through musical live coding in scratch. *SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education*, (pp. 351–355). <https://doi.org/10.1145/1734263.1734384>
- Schildkamp, K., Kleij, F. M., Heitink, M. C., Kippers, W. B., & Veldkamp, B. P. (2020). Formative assessment: A systematic review of critical teacher prerequisites for classroom practice. *International Journal of Educational Research*, 103, pp. 1–16.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınevi. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101602>
- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st century skills through STEAM education. *Academia Letters*, pp. 1–7. <https://doi.org/10.20935/AL712>
- Tanık Önal, N., & Ardıç, M. (2020). Okul öncesi öğrencileri için Makey Makey ile bir fen etkinliği tasarımı. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(3), pp. 2225–2236. <https://doi.org/10.15869/itobiad.751814>
- Tavşancıl, E., & Aslan, E. (2001). *Sözel, yazılı ve diğer materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri*. Epsilon Yayınevi.

- Taylor, P. (2015). Transformative STEAM education for the 21st century. *Proceedings of the Australian Conference on Science and Mathematics Education*, (p. 4). Perth. Retrieved from <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/IISME/article/view/10343/10272>
- Turan, S., & Matterson, S. M. (2021). Middle school mathematics classrooms practice based on 5E instructional model. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), s. 22–39. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1041>
- Ülger, B. B., & Çepni, S. (2020). Gifted education and STEM: A Thematic Review. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 17(3), pp. 443–466. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.38>
- Vaismoradi, M., & Snelgrove, S. (2019). Theme in qualitative content analysis and thematic analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 20(3). <https://doi.org/10.17169/fqs-20.3.3376>
- Vu, P., Harshbarger, D., Crow, S., & Henderson, S. (2019). Why STEM? Factors that influence gifted students' choice of college majors. *International Journal of Technology in Education and Science*, 3(2), pp. 63–71. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/207265/>
- Waddell, G., & Williamon, A. (2019). Technology use and attitudes in music learning. *Front. ICT*, 6(11). <https://doi.org/10.3389/fict.2019.00011>
- Wilson, H. E. (2018). Integrating the arts and STEM for gifted learners. *Roeper Review*, 40(2), pp. 108–120. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434712>
- Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). STEAM-integrated project based learning models: Alternative to improve 21st century skills. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 625(251–258). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.039>

Fysiikan, käsityön ja kemian opettajaopiskelijoiden käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja teknologiakasvatuksesta

Risto Leinonen¹ ja Anssi Salonen²

¹ Fysiikan ja matematiikan laitos, Itä-Suomen yliopisto

² Soveltavan kasvatustieteen ja opettajankoulutuksen osasto, Itä-Suomen yliopisto

Tutkimuksessa tarkastellaan eräiden tulevien teknologiakasvatuksen opettajien käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja heidän suhtautumistaan siihen. Aineisto kerättiin käsityön, fysiikan ja kemian opettajaopiskelijoille suunnatulla syventävällä opintojaksolla. Aineistoksi kerättiin alkuessse liittyen monialaisen opettajuuden piirteisiin, mahdollisuuksiin ja haasteisiin. Lisäksi opiskelijoilla teetettiin Likert-asteikollinen kysely, jolla selvitettiin opiskelijoiden näkemyksiä monialaisen opettajuuden käyttökelpoisuudesta eri oppiaineiden kanssa, opiskelijoiden asenteita ja halukkuutta monialaiseen opettajuuteen sekä heidän arvionsa omista valmiuksistaan ja kyvystään toteuttaa monialaista opettajuutta. Kurssin lopussa opiskelijoilla teetettiin SWOT-analyysi monialaisesta teknologiakasvatuksesta. Aineistoa saatiin 16–21 tutkimusluvut antaneelta opiskelijalta. Tulosten perusteella opiskelijoilla on monipuolinen käsitys monialaisesta opettajuudesta, ja heidän vastauksissaan korostuu erityisesti moniammatillinen yhteistyö. Heillä on positiivisia näkemyksiä sen toimivuudesta liittyen sekä opettajan että oppijan saamiin hyötyihin, mutta he esittävät aitoa huolta esimerkiksi resurssien riittävydestä koulumaailmassa. Opiskelijoiden mielestä monialaista opettajuutta voidaan toteuttaa useiden oppiaineiden kanssa. Positiivisesta suhtautumisestaan huolimatta opiskelijat ovat epäileviä omien monialaisen opettajuuden toteuttamisen kykyjensä ja valmiuksiensa suhteen. Kurssin lopussa opiskelijat näkevät heillä olevan valmiuksia monialaiseen opettajuuteen teknologiakasvatuksessa, ja he näkevät sen mahdollisuudet herättää oppijoiden kiinnostus aloja kohtaan. Opiskelijat kuitenkin näkevät sen viemisessä käytäntöön haasteita: eri alojen sisältöjen ja menetelmien hallinnan lisäksi tämänkaltainen opetus vaatii erityisjärjestelyitä ja resursseja, joita kouluilla ei välttämättä ole. Tutkimustulokset pääosin vahvistavat aiempien työelämässä toimiviin opettajiin kohdistuvien tutkimusten löydöksiä, mutta opiskelijoiden vastauksissa ei nähty juurikaan heidän asenteistaan kumpuavia haasteita. Näiden tulosten pohjalta voidaan kehittää koulutusta ja tukea tulevia aineenopettajia monialaisen opettajuuden taitojen ja osaamisen vahvistamiseksi.

Asiasanat: teknologiakasvatus, monialainen opettajuus, opettajaopiskelijat

ARTIKKELIN TIEDOT

LUMAT Special Issue
Vol 11 No 4 (2023), 25–58

Lähetetty: 25.5.2023
Hyväksytty: 1.3.2024
Julkaistu: 19.3.2024

Sivuja: 34
Lähteitä: 38

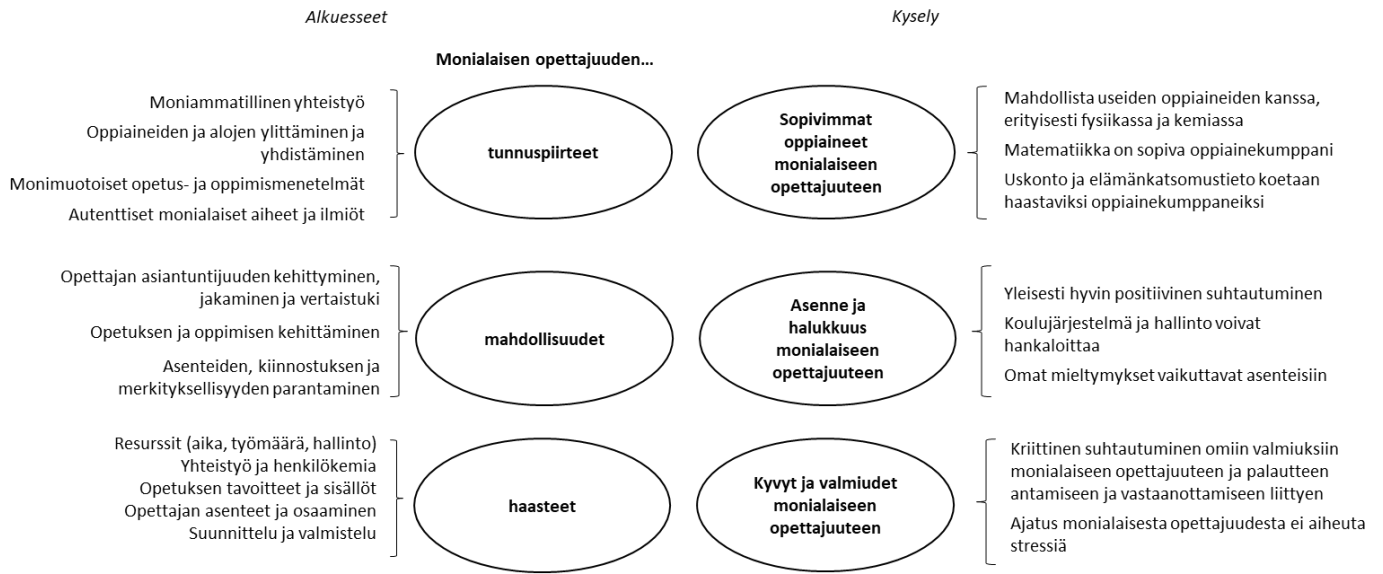
Yhteydenotot:
risto.leinonen@uef.fi

[https://doi.org/10.31129/
LUMAT.11.4.2030](https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2030)



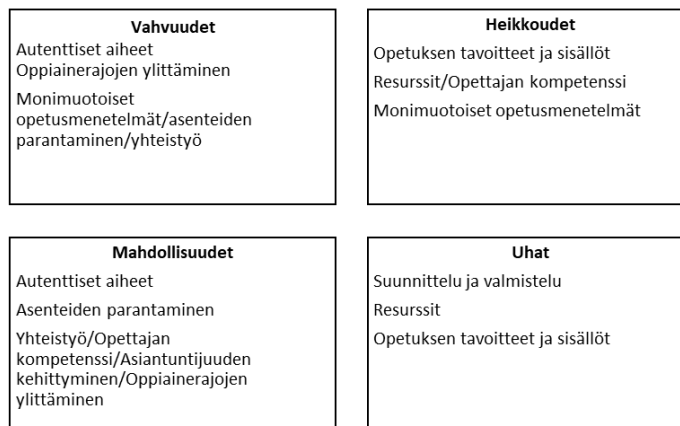
Fysiikan, käsityön ja kemian opettajaopiskelijoiden käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja teknologiakasvatuksesta

Ennen opintojaksoa



Opintojakson jälkeen

Monialaisen teknologiakasvatuksen...



1 Johdanto

Luonnontieteiden ja teknologian alat kärsivät osaajapulasta useissa länsimaissa, mikä vaikuttaa kielteisesti myös talouteen (OECD, 2007; OECD, 2016). Tälle lienee mahdotonta löytää yksittäistä juurisyytä, mutta eri-ikäisten oppijoiden vähäinen kiinnostus aloihin liittyviä oppiaineita ja niiden opiskelua kohtaan selittää ongelmaa (Archer, DeWitt, & Dillon, 2014; OECD, 2016). Syitä kiinnostuksen puutteelle on esitetty myös STEM-aloihin (science, technology, engineering ja mathematics) liittyvien ammattien tuntemattomuudella tai stereotyyppioilla (Maltese & Tai, 2011) sekä opetuksen merkityksettömyyden kokemuksella (Palmer, Burke & Aubusson, 2017).

Kasvattajat ovat jo vuosikymmenten ajan keskustelleet tarpeesta lisätä opettajien välistä yhteistyötä ja opetuksen integrointia (ks. Czerniak ja Johnson, 2014), vaikka koulujen oppiainejärjestelmässä monitieteinen todellinen maailma pyritään hajottamaan ja rajaamaan oppiainekohtaisiin sisältöihin. Näitä rajoja rikkovalle opetukselle ei ole kuitenkaan löydetty yhteistä määritelmää tai lähestymistapoja. Integroiva, eheyttävä, monitieteellinen, teemallinen, tai poikkitieteellinen opetus ovat yleisimmin käytettyjä, mutta niilläkin on useampia määritelmiä. Vaikka määritelmät vaihtelevat, niin kaksi periaatetta toistuvat: tarkastellaan yhteyksiä oppiaineiden tietojen ja taitojen välillä sekä kannustetaan oppijoita yhteistyöhön (Nollmeyer, 2016). Monitieteinen lähestymistapa yhdistää elementtejä, jotka muuten olisivat jääneet yhdistämättä (Klausen, 2014) niin, että kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa (Stein, Connell & Gardner, 2008).

Tarkasteltaessa erityisesti teknologiakasvatusta käsikirjoituksen oppiaineiden näkökulmasta oppiaineiden rajojen rikkomisen tarve nousee esille. Käsitöissä teknologiakasvatus rajoittuu helposti teknologian käyttöön ja tuottamiseen, ja linkki fysiikan ja kemian sisältöihin teknologian ymmärtämiseksi jää kapeaksi. Fysiikassa ja kemiassa teknologian tarkastelu voi taas jäädä teoreettisemmalle tasolle, eikä teknologiaa päästä tuottamaan.

Teknologia voi olla myös oma oppiaineensa, kuten esimerkiksi Ruotsissa (Skolverket, 2018) ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa (Department for Education, 2014). Näiden oppiaineiden tavoitteissa näkyy tiedon soveltaminen ja teknologisten ratkaisujen kehittäminen erilaisiin ongelmiin.

Viime aikoina ratkaisuja oppiaineiden yhdistämisestä ja yhteisistä tavoitteista on tutkittu ja lisätty opetussuunnitelmiin myös Suomessa (Opetushallitus, 2014). Luonnontieteiden ja teknologian aloilla tämän kaltaisia tutkittuja opetuksen lähestymistapoja ovat mm. context-based learning (CBL), Science-Technology-Society (STS;

Aikenhead ja Ryan, 1992) ja Socio-Scientific Issues (SSI; Sadler, 2011). Näitä hyödyntämällä ja teknologisen prosessin piirteitä jäljittelevällä monialaisella opetuksella on positiivinen vaikutus oppijoiden asenteisiin ja kiinnostukseen aloja kohtaan (Potvin & Hasni, 2014). Nämä oppiainerajoja rikkovat opetuksen lähestymistavat soveltuvat hyvin teknologiakasvatukseen, sillä teknologia voi tuoda opetukseen mielenkiintoa herättävän kontekstin (CBL) tai yhdistää luonnontieteitä, teknologiaa ja yhteiskunnan piirteitä (STS ja SSI).

Edellä esiteltyjen opetuksen lähestymistapojen lisäksi eräs luovan toiminnan ja oppimisen mahdollistajista on monialaisesti oppiaineita läpileikkaava teknologiakasvatus (Korhonen ym., 2020), jonka kehittämisessä on tärkeää muistaa sekä proseduraalisen että käsitteellisen tiedon ja osaamisen kehittyminen (Jones, Bunting & de Vries, 2013). Teknologiakasvatuksen tavoitteena on oppilaan teknologisen prosessin (teknologia ja muotoilu) ymmärryksen ja tuottamisen oppiminen tasapainossa teknologisten sisältöjen (teknologia ja luonnontieteet) ja teknologian historian ja kehityksen ymmärryksen kanssa (Metsärinne & Kallio, 2017). Teknologiakasvatuksessa tehdään oppilaille näkyväksi ja ymmärrettäväksi nykyaikaisen ja todellisen maailman teknologiat, jotka on tuotettu alojen ja oppiaineiden yhteistyönä. Tavoitteena on kytkeä eri alojen oppisisällöt vahvasti oppijoiden arkeen ja elämään. Tämä asettaa haasteen monialaiselle teknologiakasvatukselle, sillä opettajien tulisi omaksua sisältötietoa ja pedagogista sisältötietoa laajalti eri aloilta.

Opettajuus on suomalainen käsite, jonka osatekijöinä englanninkielisessä tutkimuksessa on käytetty käsitteitä *teacher identity*, *teacher profession* ja viime aikoina *teachership* (Luukkainen, 2004; Ljungblad, 2021). Opettajan identiteetti vaikuttaa siihen, miten hän näkee itsensä opettajana ja miten hän suhtautuu opetustehtäväänsä. Opettajan työn laaja osaamiskenttä on tunnistettu moniulotteisen opettajan osaamisen prosessimallissa (MAP; Metsäpelto ym. 2022). Malli kuvaa opettajan työn osaamisalueita sekä tilannekohtaisia taitoja. Opettajan käyttöteoria, eli se miten oppiminen tapahtuu ja miten opetus tulisi järjestää, perustuukin niin teoreettiseen ymmärrykseen, oman osaamisen reflektioon kuin käytännön kokemukseen opettamisesta (Luukkainen, 2004). Koulutuksen ja pedagogiikan kehitys ja uudistukset vaativat muutokset mahdollistavia keinoja ja toimintamalleja, kuten monialainen opettajuus ja siihen kiinteästi yhteydessä oleva yhteisopettajuus ja sen erilaiset mallit: havainnointi, konsultointi, avustaminen, tasavertainen opetus ja tiimiopetus (Baeten & Simmons, 2014). Opiskeluvaiheessa tai myöhemmin täydennyskoulutuksessa opettajat oppivat ja tarkastelevat kriittisesti uusia lähtökohtia opetukseen ja pyrkivät

sovittamaan tai hylkäämään näitä näkökulmia käyttöteoriaansa. Tässä artikkelissa on päädytty yhdistämään yhteisopettajuuden sekä aloja yhdistävän opetuksen käsitteet monialaisen opettajuuden käsitteeksi, jossa monitieteisen yhteistyön kautta tieteenalat, tietämys, menetelmät, tavoitteet, asiantuntijat ja taustat tuodaan yhteen ja näkyväksi niin opettajille kuin oppijoille.

Monialaisen ammatillisen yhteistyön ensimmäinen vaihe on sitoutuminen (Rytivaara ym., 2019). Onnistunut yhteistyö rakentuu lopulta kuitenkin opettajan oman sekä kollegan toimijuuden tunnistamiselle ja tunnustamiselle (ks. Hallamaa, 2017). Yhteistyötä voidaan tehdä lyhytaikaisesti tai pitkäjänteisesti jakamalla velvoitteita sekä samankaltainen ammatillinen identiteetti (Bovbjerg, 2006).

Monialainen opettajuus tarjoaa monipuolisesti mahdollisuuksia ammatilliseen kehittymiseen (Ronfeldt ym., 2015; Rytivaara & Kershner, 2012). Lisäksi monialainen opettajuus tuo yhteen eri alojen ja oppiaineiden opettajien näkemykset ja vahvuudet, jotta voidaan luoda opetuksen ja oppimisen menetelmiä, joita ei muuten voitaisi käyttää (Pratt, 2014; Friend, Reising & Cook, 1993). Kokko, Takala ja Pihlaja (2021) löysivät tutkimuksessaan yhteisopettajuuden soveltuvan eriyttämiseen, oppilaisiin tutustumiseen sekä luokanhallintaan. Suurimmaksi hyödyksi opettajat mainitsivat mahdollisuuden vertaistukeen, erityisesti tunteiden ja kokemusten jakamiseen työyhteisössä, mikä voi parantaa opettajien minäpystyvyyttä sekä työhyvinvointia (OECD, 2013).

Kokko, Takala ja Pihlaja (2021) raportoivat opettajien väliselle yhteistyölle suurimmiksi haasteiksi yhteisen suunnitteluajan puutteen sekä vaikeuden sopivan työparin löytämisessä. Niiranen ja Rasinen (2022) ovat nostaneet teknologiakasvatuksen kontekstissa esille sen, että yhden oppiaineen resursseilla ei pystytä saavuttamaan laaja-alaisen teknologiakasvatuksen sisältöjä ja tavoitteita. Teknologiakasvatuksessa sopivat työparit voisivat löytyä helposti luonnontieteiden ja käsityön opettajista. Edellä mainittujen lisäksi Härkki ym. (2021) raportoivat mahdollisiksi esteiksi itse opettajiin, kouluun sekä koulujen hallintoon ja opetushallintoon liittyvät muuttujat ja toimijat. Opettajien osaaminen, asenteet, opetustavat ja jopa vastustus voivat muodostaa haasteita yhteistyölle. Opettajille tuleekin tarjota tukea, resursseja ja mahdollisuuksia yhteistyöhön ja jatkuvaan ammatilliseen kehittymiseen (Vesikivi ym., 2019). Kouluun liittyvät tekijät, kuten oppimisympäristöt, yhteisö ja kulttuuri voivat vaikuttaa opettajien yhteistyön mahdollisuuksiin ja jatkuvuuteen. Yhteistyötoiminnan pysyvyys ja mielekkyys vaatii, että työyhteisö sekä hallinto omaksuvat ja hyväksyvät toimintakulttuurin, jossa tulokset eivät välttämättä ole mitattavissa perinteisin

menetelmin (Douglas, 2016). Tämä vaatii avoimuutta, luottamusta eri koulutusalan toimijoiden ja tasojen välillä sekä työskentelykulttuuria, jossa on turvallista kommunikoida ja konfliktit ratkaistaan tehokkaasti (Vesikivi ym., 2019).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) on useita kohtia, jotka tukevat monialaista opettajuutta käsityön ja luonnontieteiden, erityisesti fysiikan ja kemian, välillä. Esimerkiksi opetuksen eheyttämistä ja monialaisia oppimiskokonaisuuksia on luontevaa toteuttaa näissä oppiaineissa. Jokaisella oppiaineella tai alalla on käytössään omat välineensä, eli teknologiansa; esimerkiksi musiikin teknologia, kemian teknologia, lääketieteen teknologia, tieto- ja viestintäteknologia jne (vrt. Niiniluoto, 2020). Kuitenkin kasvattaminen teknologian ymmärtämiseen ja tuottamiseen monialaisesti korostuu erityisesti käsityön, fysiikan ja kemian oppiaineiden sisällöissä, toiminnoissa ja prosesseissa.

Oppimiskäsitys Suomen peruskoulussa pohjautuu ajatukseen aktiivisesta toimimisesta vuorovaikutuksessa oppilaiden, opettajien ja muiden yhteisöjen kanssa - tämä voi sisältää esimerkiksi suunnittelua ja tutkimista. Lisäksi oppilaan kiinnostuksen kohteet on perusteltua linkittää näitä aloja yhdistävään teknologiaan ja teknologiakasvatukseen. (Opetushallitus, 2014) Myös laaja-alaiset tavoitteet (L1–L7) tukevat tällaista mallia opetukselle seuraavan listauksen mukaisesti.

- Ajattelu ja oppimaan oppiminen (L1): Mainitut tutkiva ja luova työskentelyote sekä yhdessä tekeminen ovat luonteva osa monialaista opettajuutta luovuutta sisältävissä käsitöissä ja fysiikan ja kemian kokeellisissa luonnontieteissä
- Itsestään huolehtiminen ja arjen taidot (L3): Fysiikan, kemian ja käsityön monialaisella opettajuudella voidaan antaa oppilaille perustietoa ja perehdytystä teknologioista luonnossa ja rakennetussa ympäristössä toimimisessa.
- Työelämätaidot ja yrittäjäyys (L6): Käsityön ja luonnontieteiden monialaisen opettajuuden avulla toteutetussa opetuksessa voidaan saada luontevasti aikaan toiminnallisia opiskelutilanteita, joissa tulee asettaa hypoteeseja, kokeilla vaihtoehtoja ja tehdä johtopäätöksiä. Tällä tavoin voidaan jäljitellä työelämässä tarvittavia taitoja ja prosesseja.
- Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen (L7): Koska erilaiset ympäristöt, niin luonnolliset kuin teknologiset ovat käsitöiden ja luonnontieteiden yhteinen kiinnostuksen kohde, kestävä kehityksen teemojen huomioiminen näiden aineiden monialaisessa opetuksessa on perusteltua.

Tarkasteltaessa tarkemmin käsityön, fysiikan ja kemian osuuksia opetussuunnitelman perusteista huomataan temaattisia yhteyksiä. Viittauksia kestävään kehitykseen, teknologisten ratkaisujen kehittämiseen sekä innovointiin ja ideointiin löytyy näiden kolmen oppiaineen tehtävistä tai tavoitteista. Lisäksi sisältöalueista löytyy selkeitä yhteyksiä ja luontevia perusteita yhteistyölle, esimerkiksi tuotesuunnittelun ja rakentamisen sekä luonnontieteellisen tutkimuksen ja fysiikan/kemian yhteiskunnallisen merkityksen kautta. Muissa peruskoulun oppiaineissa näin selkeitä viittauksia monialaisen teknologiakasvatuksen teemoihin ei juuri löydy, ja siksi tämä tutkimus viittaa fysiikan, käsityön ja kemian opettajiin teknologiakasvatuksen opettajina (Opetushallitus, 2014).

Aiempi tutkimus on osoittanut, että suomalaiset opettajat suhtautuvat yhteisopettajuuteen positiivisesti, mutta siitä huolimatta monialainen opettajuus ei ole juurikaan lisääntynyt aiemman tutkimuksen mukaan (Saloviita & Takala, 2010). Tutkimus on kuitenkin näyttänyt tällaisen opettajuuden tarjoavan opettajalle vertaistukea, uusia mahdollisuuksia opetuksen toteuttamiseen sekä ammatilliseen kehittymiseen. Tämän lisäksi opetusta ohjaavat opetussuunnitelman perusteet velvoittavat kouluja toteuttamaan eheyttävää opetusta ja monialaisia oppimiskokonaisuuksia, joihin teknologiakasvatus on yksi perusteltu lähestymistapa. Tästä syystä on kiinnostavaa selvittää tulevien teknologiakasvatuksen opettajien käsityksiä monialaisesta opettajuudesta ja suhtautumista siihen. Tutkimuskysymyksiksi on muotoiltu:

- Millaisena tulevat teknologiakasvatuksen opettajat käsittävät monialaisen opettajuuden?
- Miten tulevat opettajat suhtautuvat monialaiseen opettajuuteen teknologiakasvatuksessa?

2 Menetelmät

Tutkimuksen aineisto kerättiin syventävällä opintojaksolla Monialainen teknologiakasvatus Itä-Suomen yliopistossa. Tarkkaa aineistonkeruunajankohtaa ei kerrota tutkittavien anonymiteetin varmistamiseksi. Opintojakso on suunnattu tuleville käsityön, fysiikan ja kemian opettajille, ja se on pakollinen osa opintoja fysiikan opiskelijoille. Opintojaksolla on opiskelijoita yhteensä noin 20.

Opintojakson luento-osuudessa perehdyttiin monialaiseen opettajuuteen, teknologiakasvatukseen, luonnontieteellisen ja teknologisen prosessin eroihin ja

yhteyksiin. Kokeellisen työskentelyn osuudessa perehdyttiin muiden tieteenalojen välineisiin ja menetelmiin, tehtiin ohjattu teknologinen rakenteluprojekti sekä oma koulumaailmaan suunniteltu monialaista opettajuutta hyödyntävä projekti. Opintojakso arvioitiin numeroasteikolla 0–5. Arviointi perustui palautettaviin kirjallisiin tehtäviin, projekteihin ja näiden vertaisarviointiin sekä osallistumiseen vaadittavaan määrään opetustapahtumia.

2.1 Aineiston keruu

Ennen aineiston keruuta opiskelijoilta pyydettiin tutkimusluvut heidän vastaustensa käyttöön tutkimustarkoituksiin, ja heille annettiin mahdollisuus tutustua tietosuoja- ja selosteeseen ja tutkimustiedotteeseen. Opiskelijoille tehtiin selväksi, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista, eikä siitä kieltäytyminen aiheuta heille negatiivisia seuraamuksia.

Aineisto koostuu opiskelijoilta kerätystä alkuesseestä, joka tuli palauttaa ennen kurssin aloitusta, ensimmäisen luentokerran päätteeksi teetetystä kyselystä ja opiskelijoiden vastauksista kurssin lopussa teetettyyn SWOT-analyysiin (strengths, weaknesses, opportunities, threats). Tutkijoiden ennakkotietämys monialaisesta opettajuudesta, esimerkiksi sen eri toteutusmuodoista ja teeman näkymisestä opetus- ja suunnitelmassa, ohjasi aineiston keruun suunnittelua. Kysely löytyy liitteestä.

Alkuesseessä opiskelijoille annettiin tehtävänannoksi ”*Mitä on monialainen opettajuus ja millaisia mahdollisuuksia ja haasteita siihen liittyy? Kirjoita n. 1 sivun essee.*” Tehtävänanto pidettiin avoimena, mutta samalla haluttiin ohjata opiskelijat pohtimaan monialaista opettajuutta sen piirteiden, mahdollisuuksien ja haasteiden kautta. Opiskelijoita ei perehdytetty monialaisen opettajuuden käsitteeseen ennen palautuksen määräaika. Essee tuli palauttaa ennen alkukyselyn paljastamista opiskelijoille, jotta alkukysely ei vaikuttaisi esseevastauksiin.

Alkukyselyssä kysyttiin opiskelijoiden taustatietojen lisäksi kolmea eri monialaiseen opettajuuteen liittyvää asiaa Likert-asteikollisten väittämien avulla. Ensimmäisenä selvitettiin opettajaopiskelijoiden näkemyksiä monialaisen opettajuuden käyttökelpoisuudesta eri oppiaineiden kanssa (vrt. Pratt, 2014; Friend, Reising & Cook, 1993) Likert-asteikollisella (Erittäin huonosti, Melko huonosti, Ei hyvin, eikä huonosti, Melko hyvin, Erittäin hyvin) monivalintakysymyksellä: ”*Miten hyvin monialainen opettajuus sopii mielestäsi oman pääaineesi kanssa toteutettavaksi seuraavien oppiaineiden kanssa? Valitse oman pääaineesi kohdalle "Erittäin hyvin".*” Kysymystä seurasi listaus oppiaineista.

Seuraavaksi selvitettiin vastaajan asennetta ja halukkuutta monialaiseen opettajuuteen kymmenen Likert-asteikollisen (Täysin eri mieltä, Jokseenkin eri mieltä, Ei samaa eikä eri mieltä, Jokseenkin samaa mieltä, Täysin samaa mieltä) väittämän avulla. Väittämät liittyivät esimerkiksi työskentelyyn moniammatillisissa tiimeissä ja monialaisen opettajuuden pedagogisesta perusteltavuudesta. Tutkittavia ilmiöitä olivat aiempiin tutkimuksiin viitaten monialaisuus ja opettajien yhteistyö (Pratt, 2014; Härkki, 2021), hyödyllisyys opetustyössä (Härkki, 2021) sekä oma kehittämishalukkuus (Ronfeldt, 2015; Rytivaara & Kershner, 2012).

Kolmantena kysyttiin vastaajien näkemyksiä omista valmiuksistaan ja kyvyistään toteuttaa monialaista opettajuutta. Väittämässä kysyttiin esimerkiksi monialaisen opettajuuden aiheuttamasta stressistä ja palautteen vastaanottamisesta ja antamisesta. Tutkittavat ilmiöt liittyvät aiemmissa tutkimuksissa mainittuihin opettajan työn resurssointiin (Kokko, Takala & Pihlaja, 2021; Härkki, 2021) sekä toimintakulttuuriin opettajien kesken sekä opettajien ja oppilaiden välillä (Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara, 2019). Väittämäkohtainen erittely väittämällä tutkittavasta ilmiöstä selitteineen ja kirjallisuusviitteineen on esitetty liitteessä 2.

Opintojakson lopussa kerättiin opiskelijoilta heidän näkemyksiään monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhista verkkolomakkeen avulla. Verkkolomakkeessa esiteltiin SWOT-nelikenttä ja pyydettiin opiskelijoita kertomaan monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhkista.

2.2 Kohdejoukko

Tutkimusluvan antaneita opiskelijoita on kaikkiaan 21, joista kymmenen pääaine on käsityö ja yhdentoista fysiikka tai kemia. Fysiikan ja kemian opiskelijoiden vastaukset yhdistettiin analyysia varten yhtäältä tulosten esittämisen selkeyttämiseksi ja toisaalta tutkittavien anonymiteetin turvaamiseksi, sillä toisen oppiaineen opiskelijoita oli tuntuvasti toista vähemmän. Myöskään heidän vastauksissaan ei havaittu selkeitä laadullisia tai määrällisiä eroja, ja heidän aiemmissa opinnoissaan oli ollut runsaasti samoja tai vastaavia opintoja. [Taulukossa 1](#) esitetään opiskelijoiden taustatietoja. Siitä nähdään, että opiskelijoita on melko heterogeeninen joukko niin iän kuin opetuskoemuksenkin puolesta.

Kaikilla fysiikan ja kemian opiskelijoilla oli sivuaineena matematiikka, ja muita sivuaineita oli kemia (fysiikan pääaineopiskelijoilla), luokanopettajan monialaiset opinnot tai tietojenkäsittelytiede. Käsityön opiskelijoiden sivuaineina oli kieliä,

erityisopettajan opintoja, historiaa ja johtamisopintoja. Yhdellä käsityön opiskelijalla käsityö oli laaja sivuaine pääaineen ollessa kasvatustiede luokanopettajan koulutusohjelmassa.

Taulukko 1. Opiskelijoiden taustatiedot oppiaineryhmittäin.

Oppiaine	Fysiikka+kemia	Käsityö
Lukumäärä	11	10
Ikä		
	18–25	3
	26–35	4
	36–45	2
	46–55	1
Opetuskokemus		
	Ei ollenkaan	5
	1–3 kk	2
	3–12 kk	0
	1–5 vuotta	2
	5–10 vuotta	1
Kokemus monialaisesta opettajuudesta		
	Ei ollenkaan	3
	Nähty jonkun verran	3
	Kokeillut opetusharjoituksissa	3
	Toteuttanut vähän	0
	Toteuttanut paljon	1

2.3 Aineiston analyysi

Opiskelijoiden esseet ja SWOT-vastaukset analysoitiin kvalitatiivisen aineistolähtöisen sisällönanalyysin periaatteita noudattaen (Kohlbacher, 2006). Ennen analyysia molemmat aineistot anonymisoitiin.

Esseiden suhteen kirjoittajat perehtyivät aineistoon itsenäisesti ja hakivat sieltä vastauksista löytyviä toistuvia mainintoja liittyen seuraaviin teemoihin:

- Monialaisen opettajuuden tunnuspiirteet
- Monialaisen opettajuuden mahdollisuudet
- Monialaisen opettajuuden haasteet

Toistuvien mainintojen löydyttyä kirjoittajat tekivät itsenäiset luokittelut aineistolle, minkä jälkeen luokitteluja verrattiin, ja luokkien määrittelyä ja laajennuksista keskusteltiin, kunnes molemmat olivat tyytyväisiä luokitteluun. Lopullisessa

luokittelussa esitetään tiettyyn luokkaan kuuluneiden esseevastausten lukumäärä mainintojen lukumäärän sijasta, että saadaan parempi kokonaiskuva opiskelijoiden käsityksistä – yhdessä esseessä voi olla tiettyyn luokkaan kuuluvia mainintoja 1–5 kappaletta. Tästä aineistosta nousseita tuloksia ei eritellä oppiaineittain, koska tehtävänanto on luonteeltaan yleinen eikä oppiaineisiin sidottu.

Likert-asteikolliset väittämät kvantifioitiin antamalla sanallisesti esitetyille vastausvaihtoehdoille numeroarvot 1–5 siten, että negatiivisimmat vaihtoehdot (erittäin huonosti, täysin eri mieltä) vastaavat numeroa 1 ja positiivisimmat vastaavat numeroa 5. Tämän jälkeen opiskelijoiden vastauksista laskettiin oppiaineittain eriteltynä keskiarvot ja keskihajonnat. Järjestysasteikollisten tulosten kvantifiointi ja tunnusluku-
jen laskeminen helpottaa tulosten tiivistä esittämistä ja selkeämmän kokonaiskuvan antamista, vaikka jakaumien esittely olisi tilastomenetelmien kannalta perustellumpaa. Näitä tuloksia tarkastellaan oppiaineittain jaoteltuna mahdollisten erojen ja yhtäläisyyksien havainnollistamisen vuoksi. Tämän aineiston avulla vastataan pääosin toiseen tutkimuskysymykseen.

SWOT-aineiston analyysissä hyödynnettiin esseiden lopputuloksena muodostettua luokittelua ja opiskelijoiden vastaukset monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuuksiin, heikkouksiin, mahdollisuuksiin ja uhkiin pyrittiin sijoittamaan aiemmin muodostettuihin luokkiin. Yksittäinen opiskelijan vastaus voi kuulua useampaan luokkaan. Aineistosta nousi kuitenkin esille joitain uusia löydöksiä, minkä vuoksi luokkia tarkennettiin. Lisäksi tämän aineiston pohjalta saatiin muodostettua isommat pääluokat, joiden avulla opiskelijoiden näkemyksiä monialaisesta teknologiakasvatuksesta kuvataan. Lopullinen luokittelu on syntynyt tutkijoiden yhteistyössä noudattaen vastaavaa proseduuria kuin esseeanalyysin kanssa. Tästä aineistosta nousseita löydöksiä ei eritellä oppiaineittain.

Aineiston koostuessa alkuesseistä, opiskelijoiden vastauksista Likert-asteikollisiin väittämiin ja SWOT-vastauksista tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi käytettiin useampaa itsenäistä aineistoa, mikä parantaa tutkimuksen luotettavuutta aineistotriangulaation myötä. Lisäksi alkuesseiden ja SWOT-vastausten analyysissä hyödynnettiin tutkijatriangulaatiota. (Thurmond, 2001)

3 Tulokset

Tuloksissa esitetään ensin, kuinka opiskelijat käsittävät monialaisen opettajuuden piirteet, mahdollisuudet ja haasteet. Yleisten käsitysten jälkeen tarkastellaan miten samat opiskelijat suhtautuvat monialaiseen opettajuuteen ja miten monialainen

opettajuus soveltuu heidän mielestään eri oppiaineisiin. Samalla opiskelijat arvioivat omia valmiuksiaan toteuttaa monialaista opettajuutta. Lopuksi esitetään opiskelijoiden opintojakson jälkeisiä näkemyksiä monialaisesta teknologiakasvatuksesta, sen vahvuuksien, heikkouksien, mahdollisuuksien ja uhkien kautta.

3.1 Opiskelijoiden käsitykset monialaisesta opettajuudesta

Opiskelijoiden alkuesseistä nousseiden teemojen (piirteet, mahdollisuudet ja haasteet) luokittelu esitetään [Taulukossa 2](#). Kunkin luokan perässä on lukumäärä opiskelijoista, joiden esseistä löytyi maininta kyseiseen luokkaan. Opiskelijat mainitsivat erilaisia piirteitä, mahdollisuuksia ja haasteita melko tasaisesti. Seuraavaksi avataan tarkemmin kutakin teemaa ja luokkaa erikseen ja esitetään aineistolainauksia täsmentämään ja tarkentamaan opiskelijoiden käsityksiä monialaisesta opettajuudesta. Aineistolainauksen jäljessä ”FYKE” tarkoittaa fysiikan tai kemian pääaineopiskelijaa ja ”KÄ” käsityön pääaineopiskelijaa.

Taulukko 2. Luokittelu opiskelijoiden esittämistä monialaisen opettajuuden piirteistä, mahdollisuuksista ja haasteista. N=20.

Luokka	Opiskelijat
Piirteet	
Moniammatillinen yhteistyö	16
Oppiaineiden ja alojen ylittäminen ja yhdistäminen	13
Monimuotoiset opetus- ja oppimismenetelmät	12
Autenttiset monialaiset aiheet ja ilmiöt	12
Mahdollisuudet	
Opettajan asiantuntijuuden kehittyminen, jakaminen ja vertaistuki	12
Opetuksen ja oppimisen kehittäminen	10
Asenteiden, kiinnostuksen ja merkityksellisyyden parantaminen	8
Haasteet	
Resurssit	13
Opettajan asenteet ja osaaminen	12
Yhteistyö ja henkilökemia	12

Opetuksen tavoitteet ja sisällöt	12
Suunnittelu ja valmistelu	12

Monialaisen opettajuuden piirteissä opiskelijat korostivat eniten moniammatillisen yhteistyön merkitystä (n=16). He käsittivät opettajien, mutta myös muun koulun sekä koulun ulkopuolisten henkilöiden yhteistyön mahdollistavan eri ammattilaisten osaamisen yhdistävän ja monipuolistavan oppimiskokemuksia. Esimerkiksi luokanopettajan työ nähtiin jo itsessään monialaisena opettajuutena, mutta aineenopettajien laajempi sisältöosaaminen oli tärkeä osa monialaisuuden onnistumista.

Siinä (monialainen opettajuus) useampi eri ammattihenkilö toimii yhdessä. Opettajat voivat olla luokanopettajia tai aineenopettajia, jotka toteuttavat opetusta yhteistyössä. Yhteistyöhön voi liittyä eri ammattihenkilöitä kuten erityisopettajia, psykologeja ja kouluavustajia. Monien eri ammattihenkilöiden yhteistyö mahdollistaa parempaa opetusta ja parempaa tukea oppimisen vaikeuksiin. (FYKE7)

Monialainen opettajuus lähtee yleensä käyntiin eri opettajien halusta rakentaa mielekästä ja laajempaa yhteisöllistä opettamista, jossa kaikkien taidot ja tiedot pääsevät kuuluviin. (KÄ8)

Opiskelijat pohtivat erilaisten opettajien vahvuuksien esiin nostamista ja tunnistavat oppiaineiden ja alojen ylittämisen ja yhdistämisen tärkeyden monialaisessa opettajuudessa (n=13). He ajattelivat tämän lähestymistavan edistävän kokonaisvaltaista oppimista ja auttavan oppilaita ymmärtämään ilmiöitä monipuolisemmin ja syvällisemmin.

Syvempää ymmärrystä voidaan luoda siten, että asiaa opiskellaan useamman oppiaineen näkökulmasta. (FYKE2)

Tällä tavoin pyritään tarjoamaan oppilaille laajempia mahdollisuuksia kehittää monipuolisempaa ymmärrystä erilaisista oppiaineista, sisällöistä ja ilmiöistä. (KÄ5)

Kaksi opiskelijaa mainitsi monialaisen opettajuuden tarjoavan myös keinon opetussuunnitelman laaja-alaisten tavoitteiden saavuttamiselle. Opiskelijat mainitsivat monialaisen opettajuuden vaativan monipuolisten opetus- ja oppimismenetelmien hallintaa (n=12). Erilaiset projektityöt, vierailut, ryhmätyöskentely, ongelmalähtöisyys, opetuksen eheyttäminen ovat tyypillisiä menetelmiä ja lähestymistapoja. Monialaiselle opettajuudelle on myös tyypillistä, että opettaja omaksuu, hyödyntää ja

kehittää eri oppiaineiden ja alojen työskentelymenetelmiä monipuolisesti omassa työssään.

Opettajat yhdistävät osaamisensa ja eri aineiden opettajat voivat yhdessä muodostaa erilaisia oppimiskokonaisuuksia. (FYKE12)

Se mahdollistaa uusien opetusmetodien käytön. (FYKE5)

Opettajien on löydettävä tapoja integroida eri oppiaineiden tietoja ja taitoja yhdeksi opetusohjelmaksi. Tämä voi olla haastavaa, koska eri tieteenalojen käsitteet ja menetelmät voivat olla hyvin erilaisia. (KÄ5)

Autenttisten monialaisten aiheiden ja ilmiöiden hyödyntäminen oli opiskelijoiden mielestä yksi monialaisen opettajuuden piirteistä (n=12). He ajattelivat näiden tarjoavan oppilaille konkreettisia ja käytännönläheisiä oppimiskokemuksia, jotka ovat merkityksellisiä heidän elämässään. Myös tulevaisuuden työelämä ja siellä tarvittavat taidot olivat opiskelijoiden mielestä monialaisuuden keskiössä, ja näitä tulisikin sisällyttää opetukseen.

Monialainen opettajuus siis tarjoaa keinon vastata 21-vuosisadan vaatimukseen niin arki kuin työelämässä. Esimerkiksi monialainen opettajuus tarjoaa keinon asettaa opetukselle tavoitteeksi tulevaisuuden taitojen osaamisen. (FYKE9)

Monialaisen opettajuuden mahdollisuuksien osalta opiskelijat tunnistivat, että monialainen opettajuus tarjoaa mahdollisuuksia opettajien asiantuntijuuden kehittymiselle ja jakamiselle sekä vertaistuelle (n=12). He uskoivat myös, että jakamalla osaamistaan ja saamalla vertaistukea opettajat voisivat oppia toisiltaan ja vahvistaa monialaisen opettajuuden käytäntöjä, mutta myös tukea toisiaan niin ettei konflikteja pääse syntymään tai ne voidaan ratkaista helpommin.

Myös opettajan oma harrastuneisuus tai vaikkapa aiempi muu ammattitaito voi olla opettajan työssä hyödyksi ja tuoda täten monialaisuutta opettamiseen. (FYKE10)

Monialaisen opettajuuden kautta opettajilla on mahdollisuus oppia uutta ja kehittää omaa osaamistaan, kun tehdään yhteistyötä muiden opettajien kanssa. (FYKE4)

Monialaista opettajuutta on mielestäni myös kyky työskennellä muiden kanssa ilman konfliktitilanteita - niin oppilaat kuin opettajatkin. (KÄ7)

Opiskelijat näkivät monialaisen opettajuuden tarjoavan mahdollisuuksia kehittää opetusta ja oppimista (n=10). He uskoivat, että opetuksessa tarjottavat erilaiset ja

uudet lähestymistavat voisivat edistää myös opiskelijoiden osallisuutta, luovuutta ja ongelmanratkaisutaitoja.

Uudenlaiset projektit haastavat hyvällä tapaa opettajankin venyttämään taitojaan ja ajatteluaan ja niiden tuloksena voi hyvinkin syntyä jotain ihan uutta. (KÄ8)

Opiskelijat uskoivat, että monialainen lähestymistapa voisi herättää oppilaiden uteliaisuuden ja innostuksen oppimista kohtaan, erityisesti luonnontieteitä ja teknologiaa kohtaan. Monialaisuudella onkin onnistuessaan mahdollisuuksia parantaa oppilaiden asenteita ja kiinnostusta oppiaineita kohtaan sekä korostaa oppimisen merkityksellisyyttä (n=8).

Monialaisessa opetuksessa oppilaille voidaan myös antaa mahdollisuuksia tutkia omaa kiinnostustaan ja intohimoaan eri tieteenaloilla. (KÄ5)

Kokonaisvaltaisemman tiedon rakentuminen voi myös motivoida opiskelijoita, sillä opitut tiedot voidaan näin kokea merkityksellisempinä. (FYKE2)

Monialaisen opettajuuden haasteista opiskelijat nostivat eniten esiin resurssit, kuten ajan ja rahan puutteen, työmäärän lisääntymisen ja hallinnon vaikutuksen resursseihin (n=13). Opiskelijat mainitsivat, että vaadittava aika ja työmäärä voivat olla suurempia monialaisen opetuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Lisäksi hallinnon tuki ja resurssit voivat olla rajoitetut. Opetushallinnon näkökulmasta opiskelijat pohtivat ajan riittävän usein vain yhden (oman) oppiaineen sisältöjen opettamiseen, jolloin monialaisuudelle ei ole aikaa, siihen ei kannusteta tai sitä ei arvosteta riittävästi.

Kouluissa voi myös vaihdella miten paljon monialaiseen opettajuuteen kannustetaan ja otetaanko se huomioon esimerkiksi lukujärjestyksien suunnittelussa. (FYKE4)

Monialaisessa opettajuudessa vähiten houkuttelevia piirteitä on opettajan lisääntynyt työkuorma: tuntien suunnitteluun pitää nähdä vaivaa, ei voi käyttää samoja pohjia kuin joka vuosi, aikataulujen yhteen sovittamisessa on lisää työtä - aikaa ei ole muutenkaan tarpeeksi. (FYKE3)

Opiskelijat nostivat esiin yhteistyön ja henkilökemian haasteet monialaisessa opettajuudessa (n=12). He mainitsivat, että opettajien välisen toimivan yhteistyön luominen voi olla haastavaa eri taustoista tulevien ammattilaisten kanssa. Myös henkilökemioiden kohtaaminen oli opiskelijoiden mielestä iso haaste, joka voi

pahimmillaan välittyä myös oppilaille asti. Haasteiden osalta opiskelijat pohtivat myös ratkaisuja, kuten millaisia taitoja opettajalta vaaditaan.

Oman kokemukseni mukaan kentällä on vielä paljon itsenäiseen työskentelyyn tottuneita, ja siitä tiukasti kiinni pitäviä, opettajia, joille jo ajatustasolla toisen opettajan läsnäolo opetuksen aikana on, syystä tai toisesta, epämukavaa. (KÄ3)

Opettajien välinen yhteistyö vaatii sitoutumista, kärsivällisyyttä ja joustoa molemmilta opettajilta. (FYKE9)

Opiskelijat mainitsivat opetuksen tavoitteiden ja sisältöjen haasteet monialaisessa opettajuudessa (n=12). He kertoivat, että eri oppiaineiden tavoitteiden ja sisältöjen yhdistäminen voi vaatia tarkkaa suunnittelua ja selkeää viestintää, jotta eri oppiaineet ja sisällöt eivät tunnu päälleliimatuilta tai epäselviltä, mikä voisi lisätä erilaisia tuen tarpeita entisestään. Opiskelijat muistuttivat myös, ettei monialaisuus välttämättä sovellu kaikille ja että monialaisen opetuksen arvioinnissa voi olla haasteita.

Mielestäni monitieteellisyyttä olisi hyvä tuoda oppitunneille mahdollisuuksien mukaan, mutta eri oppiaineita ei kannata väkipakolla myöskään yhdistellä vaan opetuksen ja oppiaineiden yhdistelyn tulisi olla luontevaa. (FYKE5)

Kuitenkaan en näe, että monialainen opettajuus on välttämättömyys siinä mielessä, että sitä tulisi väkisin tunkea opetukseen, jos se ei luontevasti siihen sovi. (FyKe6)

Opiskelijat tunnistivat opettajan asenteiden ja osaamisen haasteet monialaisessa opettajuudessa (n=12). He korostivat, että opettajan täytyy olla valmis muuttamaan perinteisiä opetusmenetelmiä ja kehittämään uusia taitoja monialaisen opettajuuden toteutumiseksi.

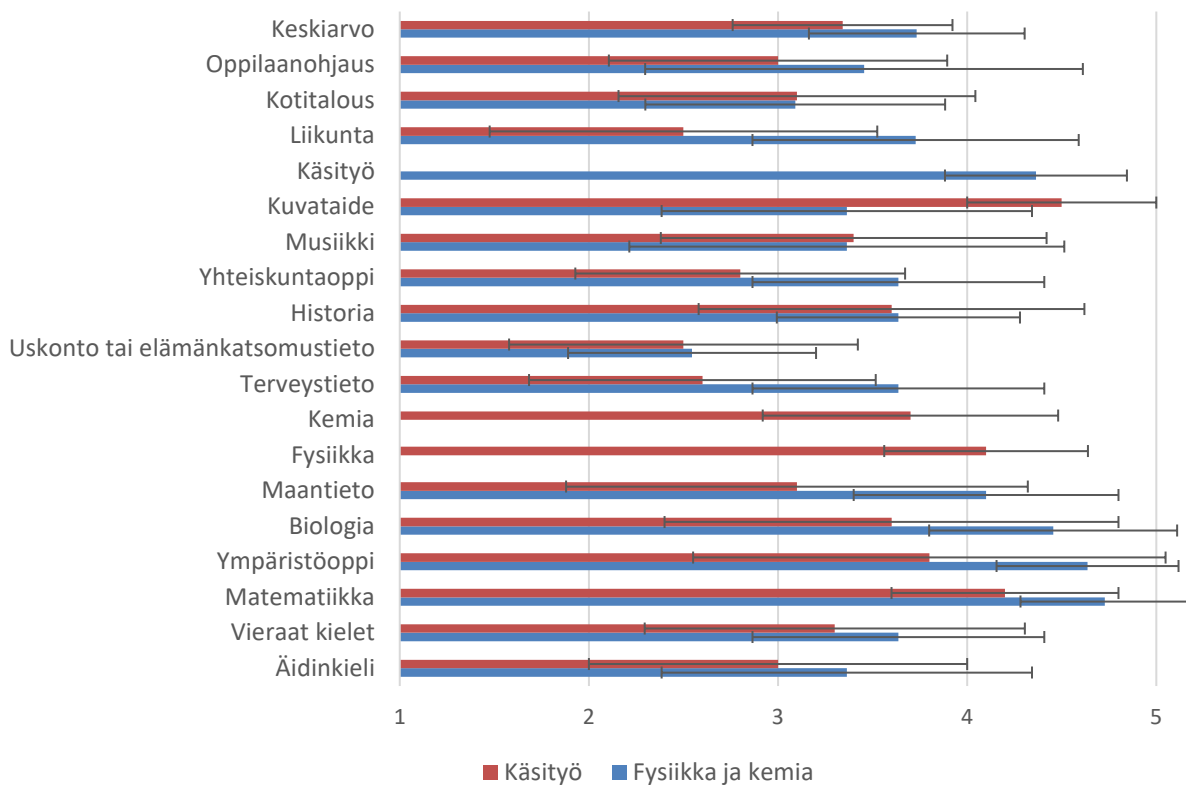
Haasteina voi olla opettajien suhtautuminen. (KÄ4)

Myös opettajilta vaaditaan omien oppiainerajojen ylittävää osaamista, jotta käsiteltävästä asiasta osataan kertoa myös muiden oppiaineiden näkökulmasta. (FYKE2)

Lisäksi suunnittelun ja valmistelun haasteet mainittiin (n=12) erityisesti työmäärän lisääntymisenä. Samaan aikaan opiskelijat kuitenkin korostivat tarvetta integroida eri oppiaineiden sisällöt ja tavoitteet saumattomasti sekä suunnitella monialaisia oppimiskokonaisuuksia, kunhan sekä suunnittelulle ja toteutukselle löytyy soveltuva aikataulu muun työn ohella. Opiskelijat kokivat tämän haasteen ratkaisun olevan suurilta osin koulun hallinnon, eli rehtorin järjestelyvastuulla.

3.2 Opiskelijoiden suhtautuminen monialaiseen opettajuuteen

Kuvassa 1 nähdään opiskelijoiden suhtautuminen oman oppiaineen sopimisesta muiden oppiaineiden kanssa toteutettavaan monialaiseen opettajuuteen. Kuvasta huomataan, että fysiikan ja kemian opiskelijat ajattelivat oman oppiaineensa sopivan käsityön opiskelijoita paremmin yhteen muiden oppiaineiden kanssa toteutettavaan monialaiseen opettajuuteen, vaikka keskiarvoissa ero on pieni. Tarkastellaan seuraavaksi joitain kiinnostavimpia huomioita Kuvan 1 tuloksista.



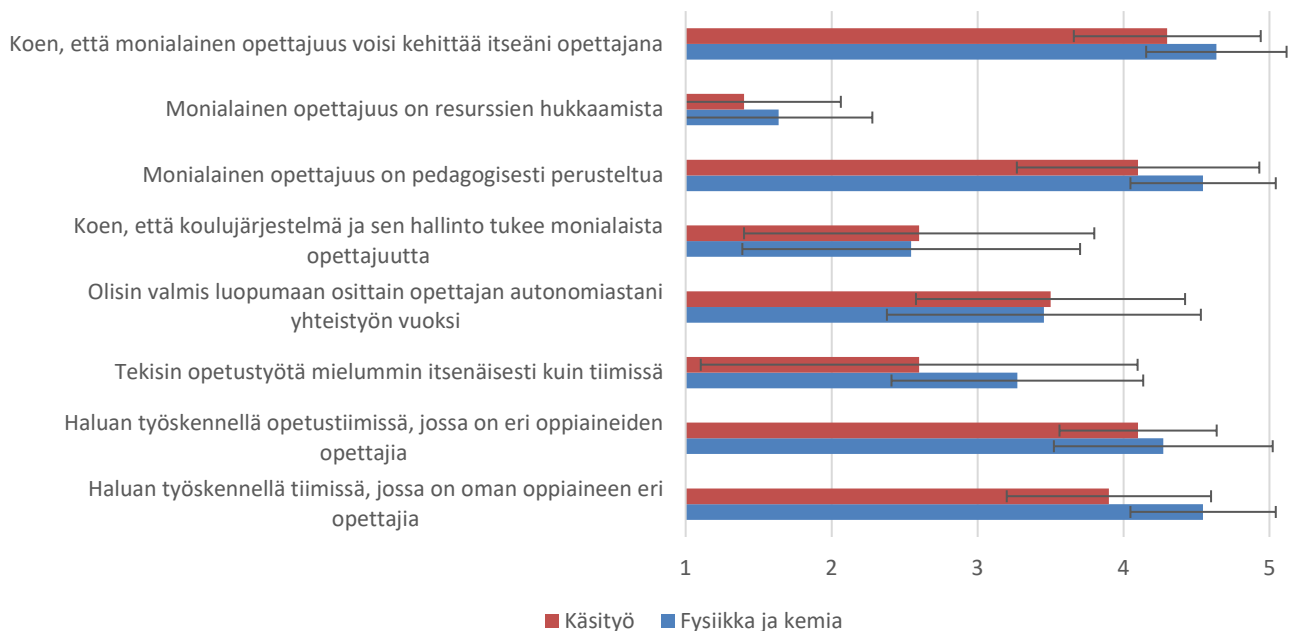
Kuva 1. Opiskelijoiden suhtautuminen oman pääaineen sopimiseen muiden oppiaineiden kanssa toteutettavaan monialaiseen opettajuuteen. Kuvassa nähdään keskiarvot ja keskihajonnat. N=21

Opiskelijat suhtautuivat monialaiseen opettajuuteen muiden oppiaineiden kanssa positiivisesti, mikä osoittaa heidän ymmärtävän oppiaineidensa mahdolliset yhteydet, kenties teknologiakasvatuksen kautta. Yleisellä tasolla havaitaan, että käsityön opiskelijat arvioivat neljä oppiainetta viidestätoista alle puolivälin ja fysiikassa ja kemiassa yhden, eli monialaisen opettajuuden nähtiin olevan mahdollista useiden eri oppiaineiden välillä.

Matematiikka koettiin luontevana oppiaineena monialaiseen opettajuuteen kaikissa oppiaineissa, mikä on odotettu tulos oppiaineiden soveltaessa matematiikan

menetelmiä ja mittaamista. Monialainen opettajuus uskonnon tai elämänkatsomustiedon kanssa koettiin molemmissa oppiaineissa hankalaksi keskiarvon jäädessä alle puolivälin. Suurimmat erot oppiaineiden välillä löytyi liikunnassa ja kuvataiteessa toteutettavasta monialaisesta opettajuudesta. Fysiikan ja kemian nähtiin sopivan yhteen muiden luonnontieteiden kanssa käsityötä paremmin.

Seuraavaksi tarkastellaan opiskelijoiden asennetta ja halukkuutta monialaista opettajuutta kohtaan Kuvan 2 pohjalta. Kannattaa huomioda, että osassa väittämistä pieni numeroarvo indikoi positiivista suhtautumista monialaiseen opettajuuteen, eikä pelkistä palkkien pituuksista kannata vetää johtopäätöksiä, eikä väittämien vastausten keskiarvon esittäminen ole mielekästä.



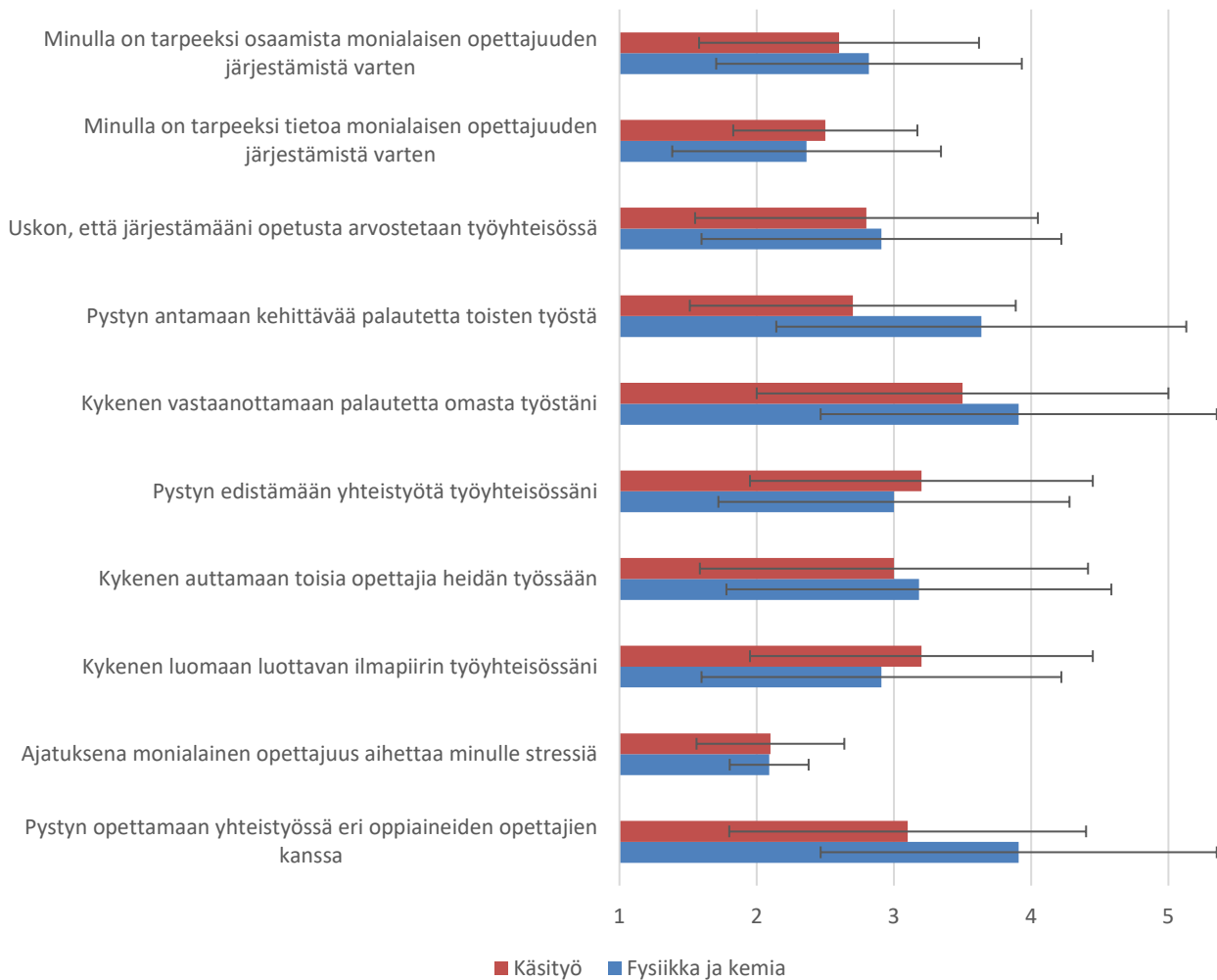
Kuva 2. Opiskelijoiden asenne ja halukkuus monialaiseen opettajuuteen. N=21

Ensimmäinen huomio on, että oppiaineiden välillä ei ole merkittäviä eroja – tulevilla teknologiakasvatuksen opettajilla oli tulosten perusteella positiivinen suhtautuminen monialaiseen opettajuuteen. Edellisen luvun tuloksista havaittiin opiskelijoiden nostama haaste resursseista, mutta he eivät kuitenkaan suhtautuneet monialaiseen opettajuuteen resurssien hukkaamisena, vaan näkivät monialaisen opettajuuden pedagogisesti perusteltuna opettajuutta kehittävänä tapana toteuttaa opetuksia.

Väittämät liittyen opettajan autonomiaan ja itsenäiseen työskentelyyn vihjaavat kuitenkin, että yleisen positiivisesta suhtautumisesta huolimatta koulujärjestelmän ja hallinnon lisäksi opettajien mieltymykset voisivat vaikeuttaa monialaisen

opettajuuden toteuttamista. Toisaalta opiskelijat halusivat selvästi työskennellä opetustiimissä, joten opiskelijoiden ajatuksissa tiimissä työskentely ei tarkoita opettajan autonomian menettämistä.

Kuva 3 esittää koonnin opiskelijoiden arvioista omista kyvyistä ja valmiuksista toteuttaa monialaista opettajuutta. Myös näissä väittämässä erot oppiaineiden välillä ovat pieniä.



Kuva 3. Opiskelijoiden näkemys omista kyvyistä ja valmiuksista toteuttaa monialaista opettajuutta. N=21.

Kuvasta 3 voidaan myös havaita, että opiskelijat suhtautuivat omiin valmiuksiinsa monialaisen opettajuuden toteuttamiseen melko kriittisesti, mikä näkyy erityisesti ensimmäisessä kahdessa väittämässä, eivätkä he myöskään nähneet järjestämäänsä opetusta arvostettavan työyhteisössä kovin vahvasti. Myös luonteeltaan yleisemmät väittämät liittyen esimerkiksi palautteen vastaanottamiseen ja antamiseen toisten opettajien auttamiseen tukevat näitä havaintoja. Käsityön opiskelijat kokivat kykynsä

kehittävän palautteen antamisesta ja opettamisesta yhteistyössä opettajien kanssa selvästi fysiikan ja kemian opiskelijoita heikompina.

On syytä huomata, että ajatus monialaisesta opettajuudesta ei kuitenkaan vaikuttanut aiheuttavan opiskelijoille juurikaan stressiä, vaikka he kokivat tiedollisten valmiuksiensa ja osaamisensa aiheesta olevan melko heikot.

3.3 Opiskelijoiden näkemyksiä monialaisesta teknologiakasvatuksesta opintojakson lopussa

Opiskelijat pohtivat opintojakson päätyttyä monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Opiskelijoiden näkemykset ovat vahvasti sidoksissa henkilökohtaisiin kokemuksiin opettajana ja opettajaopiskelijana. Luonnontieteiden ja käsityötieteen opettajaopiskelijoiden näkemyksissä monialaisesta teknologiakasvatuksesta ei ole nähtävissä laadullisia eroavaisuuksia, joten niitä käsitellään yhtenä aineistona.

Opiskelijat näkivät monialaisella teknologiakasvatuksella olevan potentiaalia yhtenä opetuksen muodoista, mutta pitivät sen toteutuksen viemistä käytäntöön vaikeana. Opiskelijoiden näkemykset ([Taulukko 3](#)) jakaantuvat

- 1) valmiuksiin, joita monialainen teknologiakasvatus vaati, eli yhteistyön moninaisuuteen, opettajien kompetensseihin ja asenteisiin sekä näiden kehittämiseen asiantuntijuutena.
- 2) lähestymistapoihin monialaiseen teknologiakasvatukseen, jotka sisältävät opiskelijoiden näkemyksiä teknologiakasvatuksen monialaisuuden teoreettisista taustoista, perusteista ja periaatteista.
- 3) toteutukseen, joka tuo esille opiskelijoiden näkemyksiä monialaisen teknologiakasvatuksen käytäntöön viemisestä kouluihin ja opetukseen.

Taulukko 3. Opiskelijoiden näkemykset monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhista opintojakson lopussa. N=16.

	Vahvuudet	Heikkoudet	Mahdollisuudet	Uhat
1. Valmiudet	6	8	9	2
Moniammatillinen yhteistyö	3	3	3	1
Opettajan kompetenssi (sis. asenteet)	1	5	3	1
Opettajan asiantuntijuuden kehittyminen, jakaminen ja vertaistuki	2	0	3	0
2. Lähestymistavat	18	2	14	5
Oppiaineiden ja alojen ylittäminen ja yhdistäminen	6	1	3	2
Autenttiset monialaiset aiheet ja ilmiöt	7	0	6	0
Opetuksen ja oppimisen kehittäminen	2	0	0	1
Asenteiden, kiinnostuksen ja merkityksellisyyden parantaminen	3	1	5	2
3. Toteutus	4	19	4	15
Resurssit	0	5	1	4
Opetuksen tavoitteet ja sisällöt	1	6	0	4
Monimuotoiset opetus- ja oppimismenetelmät	3	4	2	1
Suunnittelu ja valmistelu	0	4	1	6

Vahvuutena monialaiselle teknologiakasvatukselle opiskelijat pitivät monialaiselle opettajuudelle yleisesti tärkeänä koetun ammatillisen yhteistyön, eli toisten opettajien ja heidän oppiaineidensa sisältöalueisiinsa hyödyntämisen opetuksessa. Luontevana seurauksena monialaisen teknologiakasvatuksen vahvuudeksi koettiin oppiaineiden ylittäminen ja yhdistäminen lähestymistapana. Autenttisuus, arkielämän yhdistäminen ja tulevaisuusorientoituneisuus olivat opiskelijoiden mielestä monialaisen teknologiakasvatuksen selviä vahvuuksia, ja nämä johtavat myös oppijoiden positiivisiin asenteisiin.

Laajempi ymmärrys monialaisesti, auttaa syy-seuraus ymmärrystä, olemassa olevan tiedon valjastaminen käytäntöön (KÄ3)

Oppilaiden osallistaminen, innostaminen, luovuus (FYKE8)

Tulevaisuusorientoitunut (KÄ6)

Monialaisen teknologiakasvatuksen toteutuksen tasolla opiskelijat nostivat vahvuudeksi monimuotoiset opetus- ja oppimismenetelmät, joista esimerkkinä mainittiin käytännön sovellutusten, eli teknologioiden valmistaminen. Lisäksi yksi opiskelija mainitsi fysiikan, kemian ja käsityön sisältöjen täydentävän toisiaan.

Fysiikan näkökulmasta pääsee siellä syntyneitä teoreettisia ideoita kokeilemaan käytännössä ja rakentamaan erilaisia vekottimia (FYKE5)

Heikkouksina opiskelijat nostivat valmiuksien osalta opettajien kompetenssit ja siitä johtuvat yhteistyön ongelmat. Yhteinen kieli kollegojen välillä puuttuu, ja oman osaamisen rajat tulevat vastaan joko terminologian tai esimerkiksi käsityön tekniikoiden osalta.

Vaatii usein laajaa osaamista, että todellinen potentiaali saadaan valjastettua tyydyttävällä tavalla. (FYKE3)

Ihmisten välistä yhteistä kieltä, eli terminologiat eivät ehkä ole tuttuja toiselle henkilölle. (KÄ9)

Opiskelijat eivät nähneet juurikaan heikkouksia lähestymistavoissa. Oppilaiden kiinnostuksen ylläpito teknologiakasvatuksen toteutuksessa voi kuitenkin olla pitkä ja työläs prosessi. Eniten heikkouksia opiskelijat kokivatkin olevan monialaisen teknologiakasvatuksen toteutuksessa. Teknologiakasvatus on opiskelijoiden mielestä erilainen tapa toteuttaa opetusta perinteisempään käsityön tai luonnontieteiden opetukseen verrattuna. Lisäksi oppilaiden itseohjautuvuuteen ja aiemman osaamisen soveltamiskykyyn on vaikea luottaa.

Vaatii normaalista koulutyöstä poikkeavan tavan toimia (FYKE10)

Liiallinen luottamus opiskelijoiden työntekoon (KÄ7)

Opiskelijat kokivat monialaisen teknologiakasvatuksen toteutuksen työläänä suunnittelun ja valmistelun, opetus- ja oppimismenetelmien sekä resurssien osalta. Suunnittelussa ja valmistelussa opettajan työaika kasvaa, ja sopivien aiheiden ja teknologioiden löytäminen voi olla haastavaa. Tavoitteet voivat karata liian monimutkaiseksi, tai sisältöjä pakotetaan käsiteltäväksi pintapuolisesti tai epäolennaisissa kohtaa muita opetuksia. Opiskelijat myös kokivat, että nykyisenkaltaiset oppimisympäristöt kouluissa eivät aina sovellu teknologiakasvatuksen tarpeisiin.

Kiire ja häsellyys, opettajan työtaakan kasvaminen (FYKE2)

Myös aidosti hyödyllisten tuotteiden suunnittelu on haastavaa, vaarana langeta teknisen roskan ja härpäkkeiden tekoon. (FYKE3)

Tietty yksittäinen opetettava sisältö saattaa jäädä oppijalle pintapuoleiseksi ja etäiseksi (kä5)

Mahdollisuuksina monialaiselle teknologiakasvatukselle opiskelijat mainitsivat valmiudet yhteistyön koulun ulkopuolisten toimijoiden, kuten yritysten tai yhteisöjen, kanssa. Koulun sisällä yhteistyön koetaan olevan mahdollisuus kehittyä, oppia ja laajentaa omaa osaamistaan yllättävienkin oppiaineiden ja alojen sisällöistä ja menetelmistä. Samalla opettajan omat asenteet avartuvat.

Yhteistyö oikean maailman kanssa esim. yritykset. (FYKE10)

Avartaa omaa osaamista ja yhteisopettajuutta muiden opettaja-alojen kanssa, varsinkin niiden kanssa, joita ei tulisi ensimmäisenä yhdistettyä (KÄ9)

Lähestymistapojen osalta opiskelijat nostivat samoja asioita mahdollisuuksiksi kuin vahvuuksiksi: oppiaineiden mielekäs yhdistäminen ja ylittäminen sekä autenttisten ilmiöiden hyödyntäminen.

Ehdottomasti auttaa vastamaan kysymykseen: "mihin tarvitsen tätä?". Avaa käytännön toteutuksia yksittäisten oppiaineiden opeteltaville asioille... ..Ohjaa oppilaita ymmärtämään laajoja kokonaisuuksia, antaa vastauksia ikuisuuskysymykseen : "miksi?". (KÄ3)

Vahvuuksista poiketen opiskelijat mainitsivat mahdollisuuksina oppilaiden kiinnostuksen herättämisen teknologiaa kohtaan myös harrastuksena tai tulevana työurana.

Oppilaiden innostus molempiin aineisiin voisi kasvaa, ja he voisivat vapaa-ajallakin päätyä kehittämään ja kokeilemaan eri vekottimia, joissa luonnontieteet näkyvät. (FYKE5)

Mahdollisuutena monialainen teknologiakasvatus antaa paljon uusia näkemyksiä opiskelijoille ja auttaa heitä tulevaa työ elämää varten (FYKE1)

Toteutuksen osalta opiskelijat mainitsivat mahdollisuutena, että kun toteutukseen on kerran nähty vaivaa, niin valmiita toteutuksia on mielekästä hyödyntää ja kehittää myöhemmin käytettäväksi.

Uhkia valmiuksien osalta opiskelijat mainitsivat vain vähän. Ainoat maininnat koskivat yhteistyön epäonnistumista sekä sitä että toinen teknologiakasvatuksen ala alkaa kiinnostaa niin paljon, että oma ala tai oppiaine unohtuu.

Monialaisen teknologiakasvatuksen uhkana opiskelijat nostivat esille sen, että jos kokonaisuudet ovat liian vaikeita ymmärtää, tämä voi johtaa mielenkiinnon lopahtamiseen ja jopa projektien kesken jäämiseen.

Pahimmassa tapauksessa, kun monia oppiaineita sekoitetaan, saattavat oppilaat mennä enemmän sekaisin, kuin oppia uutta. (FYKE1)

Motivaation lopahtaminen ja projektien kesken jääminen. (KÄ7)

Eniten uhkia opiskelijat näkivät monialaisen teknologiakasvatuksen toteutuksessa. Opiskelijat mainitsivat oppijoiden epätasaisten valmiuksien olevan uhka toteutukselle ja tunnistivat oppijan tasolla ulkopuolisuuden tunteen liian haastavien sisältöjen kohdalla. Tavoitteiden ja sisältöjen liian korkeaksi asettaminen, liian tiukka aikataulu ja resurssien puute ovat uhka mielekkäälle monialaisen teknologiakasvatuksen toteutukselle. Opiskelijat tunnistivat uhkia myös omien vaikutusmahdollisuuksiensa ulkopuolelta: opetussuunnitelman rajallisuus, yritysmaailman ohjaus ja kehittyvien teknologioiden monimutkaistuminen.

Ulkopuoliseksi jääminen opetettavassa aiheesta... ..kun vierailija kertoi eri luvuista ja merkeistä, en ymmärtänyt lainkaan ja koin itseni todella ulkopuoliseksi siinä tilanteessa. (KÄ9)

Kaikki resurssien osa-alueet, opettajien asenne, OPS. Ulkopuolinen ohjaus, yritysmaailma. (KÄ3)

Opiskelijoille teknologiakasvatus ja monialainen opettajuus ovat lähestymistapoina uusia. Pohtiessaan vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia opiskelijat tuovat esille sen, että teknologiakasvatuksen ja monialaisen opettajuuden välillä on monipuolinen yhteys.

4 Pohdinta

Tutkimuksessa tarkasteltiin tulevien teknologiakasvatuksen opettajien näkemyksiä monialaisesta opettajuudesta. Kohdejoukkona fysiikan, kemian ja käsityön aineenopettajaopiskelijat ovat otollinen kohdejoukko tulevina teknologiakasvatuksen opettajina, koska teknologiakasvatuksen sisällöt ja tavoitteet linkittyvät opetussuunnitelmassa oleellisesti juuri kyseisiin oppiaineisiin.

Vastauksena ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ”Millaisena tulevat teknologiakasvatuksen opettajat käsittävät monialaisen opettajuuden?” todetaan, että opiskelijoilla on monipuolinen käsitys siitä mitä monialainen opettajuus on, vaikka heillä ei ole siitä vielä paljon käytännön kokemusta. Opiskelijat kuvaavat monialaista opettajuutta ennen kaikkea moniammatillisena yhteistyönä, jonka osallisia ovat opettajien lisäksi myös muut koulun sekä koulun ulkopuoliset asiantuntijat. Tässä monialainen

opettajuus näyttäytyykin opiskelijoiden mielestä laajempaan käsitteenä kuin pelkästään yhteisopettajuus ja sen erilaiset mallit (vrt. Baeten & Simmons, 2014). Monialainen opettajuus voi olla opiskelijoiden mielestä myös monialaisesti yksin opettamista, jossa opettajan erilaiset sivuaineet, aiempi kokemus ja harrastuneisuus ovat eduksi. Opiskelijat pohtivatkin monialaisuutta opetuksessa ennen kaikkea aineita ja aloja ylittävänä toimintana, yhteistoiminnallisena oppimisena, jonka on nähty olevan ratkaisu opetuksen integroinnille (Nollmeyer, 2016).

Opiskelijat esittävät realistisia käsityksiä monialaisen opettajuuden mahdollisuuksista ja haasteista. Opiskelijat korostavat monialaisesta opettajuudesta yhteistyötä monella eri tasolla. Yhteistyö näkyy heidän mielestään niin opetuksen suunnittelutyössä, valmistelussa ja toteutuksessa kuin myös opiskelun työskentelytavoissa. Yhteistyö on myös aiemman kirjallisuuden mukaisesti yksi keskeinen monialaisen opettajuuden mahdollisuuksista mutta myös haasteista (Kokko ym., 2021). Opiskelijoiden vastauksista on tulkittavissa myös monialaisen opettajuuden pyrkivän kokonaisuutena kohti kollegiaalisuutta työyhteisössä (vrt. (Bovbjerg, 2006). Ammatillinen kehittyminenkin mahdollistuu sekä vertaistukea on saatavilla, mikäli opettajat vain sitoutuvat, asennoituvat monialaiseen opettajuuteen sekä tunnustavat myös kollegan osaamisen. Opiskelijat vaikuttavat suhtautuvan monialaiseen opettajuuden odottavaisen hyväksyvästi. Heillä on positiivisia kokemuksia ja näkemyksiä sen toimivuudesta, mutta he esittävät aitoa huolta resurssien riittävydestä suhteessa opetussuunnitelman tavoitteisiin. Resurssit on nostettu suurimmaksi haasteeksi aiemmissakin tutkimuksissa (Kokko ym., 2021; Vesikivi ym., 2019)

Vastaus toiseen tutkimuskysymykseen ”Miten tulevat opettajat suhtautuvat monialaiseen opettajuuteen teknologiakasvatuksessa?” on luonteeltaan kuvaileva toteavan sijaan. Tyypillisesti opiskelijoiden suhtautuminen monialaiseen opettajuuteen yleisellä tasolla on positiivista, ja heidän mielestään sillä on positiivista tarjottavaa opetukseen ja sen olevan toteutettavissa useiden oppiaineiden kanssa, eikä opiskelijoiden esseistä sekä aiemmista tutkimuksista esiin noussutta opettajien asenteisiin liittyvää haastetta juuri havaita (Härkki, ym. 2021). Osaa opiskelijoista vaikuttaa mielellisesti se, millä tavoin monialainen opettajuus sopii yhteen opettajan autonomian ja koulujärjestelmän asettamien reunaehtojen (vrt. Härkki ym., 2021) kanssa. Omien monialaisen opettajuuden toteuttamisen kykyjensä ja valmiuksiensa suhteen opiskelijat ovat epäileviä erityisesti kurssin alussa – myös aiemmissa tutkimuksissa on nostettu esiin opettajien osaamiseen liittyvät ongelmat (Härkki ym. 2021). Tämä kertoo osaltaan opiskelijoiden kokevan monialaisuudella olevan potentiaalia, mutta se

vaatii heiltä opettajina perinteisestä opetuksesta poikkeavaa osaamista. Toisaalta täytyy muistaa, että kohdejoukkona tutkimuksessa olivat opettajaopiskelijat, joten heillä voi olla yleisesti epävarma olo omasta opettajuudestaan, eikä tämä rajoitu vain monialaiseen opettajuuteen.

Kurssin lopussa monialainen teknologiakasvatus näyttäytyy opiskelijoiden mielestä vahvana tapana toteuttaa fysiikan, käsityön ja kemian sisältöjä sekä saavuttaa näille oppiaineille opetussuunnitelmassa asetettuja yhteisiä tavoitteita. Opiskelijat kokevat, että heillä on valmiuksia monialaiseen teknologiakasvatukseen, mutta kokevat sen viemisen käytäntöön haasteellisena. Erityisesti teknologiakasvatuksen laajalaisuuden tavoittaminen, eli kaikkien oppiaineiden ja alojen tekniikoiden ja teknologioiden (vrt. Niiniluoto, 2020; Opetushallitus, 2014) hallinnan vaatimus on uhka tai heikkous teknologiakasvatuksen toteutukselle. Toisaalta opiskelijat eivät näe juuri näitä eri oppiaineiden ja alojen tiloja, välineitä, teknologioita tai prosesseja vahvuutena tai edes mahdollisuutena teknologiakasvatuksessa. Monialaisen teknologiakasvatuksen mahdollisuutena opiskelijat näkevät erityisesti kiinnostuksen herättämisen eri oppiaineita ja aloja kohtaan niin opinnoissa kuin tulevaisuudessa työelämässä.

Tutkimuksessa on kerätty laadullista ja määrällistä aineistoa, joiden avulla on vastattu kahteen tutkimuskysymykseen. Laadulliseksi aineistoksi kerätyt opiskelijoiden esseet ja SWOT-analyysit on analysoitu sisällönanalyysin keinoin, ja lopputuloksena on saatu muodostettua luokittelujärjestelmiä, joihin opiskelijoiden vastaukset on voitu sijoittaa. Näin laadullinen aineisto on saatu kvantifioitua. Määrällinen aineisto, opiskelijoiden vastaukset likert-väittämiin, tukevat hyvin opiskelijoiden alkuesseistä esiin noussutta pääosin positiivista suhtautumista monialaiseen opettajuuteen, jolloin voidaan todeta eri menetelmillä kerättyjen aineistojen auttavan vastaamisessa tutkimuskysymyksiin.

Tässä tutkimuksessa toteutuksen, aineiston keruun ja analyysin kuvaus on tehty niin tarkasti, kuin se tietosuoja huomioon ottaen on ollut mahdollista. Tutkimuksessa on toteutettu alusta loppuun tutkijatriangulaatiota. Kahden tutkijan yhteistyö on toteutunut, niin että toinen tutkijoista on aina vertaisarvioinut toisen tuottaman tekstin, aineistonkeruun tai analyysin. Eri aineistolähteiden, laadullisten ja määrällisten, hyödyntäminen sekä tulosten perusteellinen esitys aineistolainauksineen tukevat tutkimuksen luotettavuutta. (Thurmond, 2001)

Esseeaineiston tehtäväanto on jätetty melko avoimeksi, jotta tutkittavilla on ollut mahdollisuus kertoa aiheesta omasta mielestään tarpeeksi vapaasti. Tutkimuskyselyn koonnissa on hyödynnetty aikaisempia vertaisarvioituja kyselyjä liittyen opettajien

kompetensseihin, yhteisopettajuuteen ja opetuksen eheyttämiseen. Otokoko on pieni, mutta esseeaineiston analyysin loppupuolella aineistosta ei enää löydetty uutta ryhmittelyä vaativia merkityksiköitä. Yhdistämällä kaksi aineistoa on saatu aikaan monipuolinen ja riittävän kylläinen aineisto tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Tästä esimerkkinä on myös aineiston ja analyysin tasaisuus SWOT-analyysissä, jossa opiskelijat ovat kuvanneet vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia tasaisesti.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että tulevat teknologiakasvatuksen opettajat arvostavat monialaista opettajuutta ja näkevät siinä monenlaisia piirteitä, mahdollisuuksia ja haasteita. Opetussuunnitelman perusteet on rakennettu monialainen opettajuus silmällä pitäen, ja tulevat opiskelijat haluavat toteuttaa tämän tyyppistä opetusta. Opiskelijoille tulee tarjota mahdollisuuksia kehittää valmiuksiaan ja kykyjään toteuttaa monialaista opettajuutta, ja tästä syystä opettajankoulutuksessa tulisi pystyä osoittamaan erilaisten taitojen ja tietojen osallisuus ja hyödyllisyys monialaisessa opettajuudessa ja sen järjestämisessä konkreettisemmin. Ensiksi on tärkeää selvittää ja miettiä, että minkä oppiaineiden välillä monialainen teknologiakasvatus on sisällöllisesti ja pedagogisesti perusteltua, eli siten, että oppiaineiden sisällöt ja menetelmät voidaan luontevasti liittää teknologiaan. Tämän jälkeen opettajankoulutusta, myös täydentävää koulutusta, voidaan rakentaa näiden oppiaineyhdistelmien pohjalta siten, että toteutetaan koulumaailmaan sopivia projekteja yhteistyössä eri oppiaineiden ja alojen kesken. Tällä tavoin opiskelijoille ja opettajille saadaan tarjottua teoreettista ja praktista apua ja relevanssia työelämään.

Tämän tutkimuksen kontekstina toiminut opintojakso on auttanut opiskelijoita ymmärtämään monialaisen teknologiakasvatuksen mahdollisuuksia ja merkitystä niin tutkimuksen aineiston kuin kurssipalautteenkin perusteella. Opintojakson jälkeen opiskelijat kokevat heillä olevan paremmat valmiudet monialaisen teknologiakasvatukseen toteuttamiseen yhteistyössä muiden opettajien kanssa, ja SWOT-analyysin tulokset osoittavat tulevilla opettajilla olevan realistinen kuva sen toteuttamiskelpoisuudesta opettajan työssä.

Suurin osa tähän tutkimukseen osallistuneista opiskelijoista on vasta opettajan uransa alkuvaiheessa, ja esimerkiksi kokemusta eheyttävän opetuksen harjoittelusta ja toteutuksesta heillä on vielä vähän. Näkemyksiä monialaisesta opettajuudesta ja teknologiakasvatuksesta olisikin hyvä tutkia opettajaopiskelijoiden ja valmistuneiden opettajien eri uravaiheissa, jotta voitaisiin paremmin ymmärtää millaisia valmiuksia opettajankoulutuksen tulisi tarjota jo opintojen aikana, millaiset

teknologiakasvatuksen lähestymistavat ovat keskeisiä eri oppiaineille eri asteilla, sekä millaiset käytännön toteutukset koulussa ovat teknologiakasvatukselle ominaisia.

Lähteet

- Aikenhead, G., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a new instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS). *Science Education Assessment Instruments*, 76(5), 477–491.
- Archer, L., DeWitt, J., & Dillon, J. (2014). ‘It didn’t really change my opinion’: Exploring what works, what doesn’t and why in a school science, technology, engineering and mathematics careers intervention. *Research in Science & Technological Education*, 32(1), 35–55. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.865601>
- Baeten, M., & Simmons, M. (2014). Student teachers’ team teaching: Models, effects, and conditions for implementation. *Teaching and Teacher Education*, 41, 92–110. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.03.010>
- Bovbjerg, K. M. (2006). Teams and collegiality in educational culture. *European Educational Research Journal EERJ*, 5(3), 244–253. <https://doi.org/10.2304/eeerj.2006.5.3.244>
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary Science Teaching. Teoksessa Lederman, N. & Abell, S. (Toim.), *Handbook of Research on Science Education* (ss. 395–410). New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Department for Education (2014). *National curriculum in England: framework for key stages 1 to 4*. Haettu 26.1.2024 osoitteesta <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-framework-for-key-stages-1-to-4>
- Douglas, K.A., Rynearson, A., Yoon, S.Y., & Diefes-Dux, H. (2016). Two elementary schools’ developing potential for sustainability of engineering education. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 309–334. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9313-4>
- Friend, M., Reising, M., & Cook, L. (1993). Co-teaching: An overview of the past, a glimpse at the present, and considerations for the future. *Preventing School Failure*, 37(3), 6–10. <https://doi.org/10.1080/1045988X.1993.9944611>
- Härkki, T., Vartiainen, H., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2021). Co-teaching in non-linear projects: A contextualised model of co-teaching to support educational change. *Teaching and Teacher Education*, 97, 103188. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103188>
- Jones, A., Bunting, C., & de Vries, M.J. (2013). The developing field of technology education: a review to look forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 191–212 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9174-4>
- Klausen, S. H. (2014). Transfer and cohesion in interdisciplinary education. *Nordidactica – Journal of Humanities and Social Science Education*, 4(1), 1–20.
- Kohlbacher, F. (2006). The use of qualitative content analysis in case study research. *Forum*, 7(1), 1–30. <https://doi.org/10.17169/fqs-7.1.75>
- Kokko, M., Takala, M., & Pihlaja, P. (2021). Finnish teachers’ views on co-teaching’. *British Journal of Special Education*, 48(1), 112–132. <https://doi.org/10.1111/1467-8578.12348>
- Korhonen, T., Kangas, K., Riikonen, S., & Packalén, M. (2020). Teknologia oppimisen kohteena ja luovan toiminnan mahdollistajana. Teoksessa T. Korhonen & K. Kangas (Toim.). *Keksimisen pedagogiikka*. Jyväskylä: PS-kustannus, s. 164–186.
- Ljungblad, A. L. (2021). Pedagogical Relational Teachership (PeRT)—a multi-relational perspective. *International Journal of Inclusive Education*, 25(7), 860–876.

- Luukkainen, O. (2004). *Opettajuus - Ajassa elämistä vai suunnan näyttämistä?* Tampere University Press.
- Maltese, A.V., & Tai, R.H., (2011), Pipeline Persistence: Examining the Association of Educational Experiences with Earned Degrees in STEM Among U.S. Students. *Sci. Educ.*, 95, 877–907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Metsäpelto, R-L., Poikkeus, A-M., Heikkilä, M., Heikkinen-Jokilahti, K., Husu, J., Laine, A., Lappalainen, K., Lähteenmäki, M., Mikkilä-Erdmann, M., & Warinowski, A. (2022). Multidimensional Adapted Process Model of Teaching. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 34, 143–172. <https://doi.org/10.1007/s11092-021-09373-9>
- Metsärinne, M., & Kallio, M. (2017). Teknologiakasvatuksen oppimisalueet. Teoksessa M. Kallio, R. Juvonen, & A. Kaasinen (toim.), *Jatkuvuus ja muutos opettajankoulutuksessa* (ss. 180–195). Suomen ainedidaktisen tutkimusseuran julkaisuja. Ainedidaktisia tutkimuksia 12. Helsinki: Suomen ainedidaktinen tutkimusseura.
- Niiniluoto, I. (2020). Tekniikan filosofia. Gaudeamus.
- Niiranen, S., & Rasinen, A. (2022). Teknologiakasvatuksen tulevaisuus suomalaisessa perusopetuksessa: Käsitön juurilta kohti uutta. *Kasvatus*, 53(1), 33–45. <https://doi.org/10.33348/kvt.113942>
- Nollmeyer, G., Kelting-Gibson, L., & Graves, C. (2016). Mapping the domain of subject area integration: elementary educators' descriptions and practices. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 15(9), 1–27.
- OECD. (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis, PISA, OECD Publishing, Pariisi. <https://doi.org/10.1787/9789264040014-en>
- OECD. (2013). Teaching and Learning International Survey TALIS 2013 Conceptual Framework. Pariisi. Haettu 3.5.2023 osoitteesta https://www.oecd.org/education/school/TALIS%20Conceptual%20Framework_FINAL.pdf
- OECD. (2016). PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Pariisi. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Haettu 5.5.2023 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetussuunnitelman-perusteet>
- Palmer, T.-A., Burke, P. F., & Aubusson, P., (2017). Why school students choose and reject science: a study of the factors that students consider when selecting subjects. *Int. J. Sci. Educ.*, 39, 645–662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1299949>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Pratt, S. (2014). Achieving symbiosis: Working through challenges found in coteaching to achieve effective co-teaching relationships. *Teaching and Teacher Education*, 41, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.02.006>
- Ronfeldt, M., S. O. Farmer, K. McQueen, & Grissom, J. A. (2015). “Teacher Collaboration in Instructional Teams and Student Achievement.” *American Educational Research Journal*, 52(3): 475–514. DOI: 10.3102/0002831215585562
- Rytivaara, A., & Kershner, R. (2012). Co-teaching as a context for teachers' professional learning and joint knowledge construction. *Teaching and Teacher Education*, 28, 999-1008. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.05.006>
- Rytivaara, A., Pulkkinen, J., & de Bruin, C. L. (2019). Committing, engaging and negotiating: Teachers' stories about creating shared spaces for co-teaching. *Teaching and Teacher Education*, 83, 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.04.013>

- Sadler, T.D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. Teoksessa T. D. Sadler (Toim.), *Socio-scientific Issues in the Classroom. Teaching, Learning and Research*. (ss. 1–9). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_1
- Saloviita, T., & Takala, M. (2010) 'Frequency of co-teaching in different teacher categories', *European Journal of Special Needs Education*, 25(4), 389–396.
<https://doi.org/10.1080/08856257.2010.513546>
- Skolverket (2018). Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educare, revised 2018. Haettu 26.1.2024 osoitteesta
<https://www.skolverket.se/download/18.31c292d516e7445866a218f/1576654682907/pdf3984.pdf>
- Stein, Z., M. Connell, & Gardner, H. (2008). Exercising Quality Control in Interdisciplinary Education: Toward an Epistemologically Responsible Approach. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3–4): 401–414. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2008.00655.x>
- Thurmond, V. A. (2001). The point of triangulation. *J. Nurs. Scholarsh.*, 33(3), 253–258.
<https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2001.00253.x>
- Vesikivi, P., Lakkala, M., Holvikivi, J., & Muukkonen, H. (2019) Team teaching implementation in engineering education: teacher perceptions and experiences, *European Journal of Engineering Education*, 44(4), 519–534, <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1446910>

Liitteet

Liite 1. Alkukysely

Monialainen opettajuus

Tämä kysely on osa Monialainen teknologiakasvatus opintojakson suoritusta sekä aiemmin tutkimusluvan antaneiden osalta myös osa opintojakson yhteydessä toteutettua tutkimusta.

1.Olen (pääaine)

- käsityötieteen (pää tai sivuaine) opiskelija
- fysiikan opiskelija
- kemian opiskelija
- matematiikan opiskelija

2.Sivuaineitani ovat (tai mahdollisia tulevia sivuaineitani ovat)

3.Ikä

- 18-25
- 26-35
- 36-45
- 46-55
- 56-

4.Opetuskokemus perusasteella tai 2. asteella (ei opetusharjoittelu) ei kokemusta

- 1-3 kk
- 3-12 kk
- 1-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- 10- vuotta

5.Minulla on kokemusta monialaisesta opettajuudesta?

Ei ollenkaan

- Olen nähnyt jonkin verran
- Olen kokeillut opetusharjoitteluissa
- Olen toteuttanut omassa opetuksessani vähän
- Olen toteuttanut omassa opetuksessani paljon

Monialaisen opettajuuden käyttökelpoisuus eri oppiaineiden kanssa

6. Miten hyvin monialainen opettajuus sopii mielestäsi oman pääaineesi kanssa toteutettavaksi seuraavien oppiaineiden kanssa? Valitse oman pääaineesi kohdalle "Erittäin hyvin".

Erittäin huonosti	Melko huonosti	Ei hyvin, eikä huonosti	Melko hyvin	Erittäin hyvin
-------------------	----------------	-------------------------	-------------	----------------

Äidinkieli

Vieraat kielet

Matematiikka

Ympäristöoppi

Biologia

Maantieto

Fysiikka

Kemia

Terveystieto

Uskonto tai elämäkatsomustieto

Historia

Yhteiskuntaoppi

Musiikki

Kuvataide

Käsityö

Liikunta

Kotitalous

Oppilaanohjaus

Asenne ja halukkuus monialaiseen opettajuuteen

7. Vastaa seuraaviin väittämiin valitsemalla ajatuksiisi parhaiten sopiva vaihtoehto

Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Sama mieltä	Täysin sama mieltä
-------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------

Haluan työskennellä tiimissä, jossa on oman oppiaineen eri opettajia

Haluan työskennellä opetustiimissä, jossa on eri oppiaineiden opettajia

Tekisin opetustyötä mielummin itsenäisesti kuin tiimissä
 Olin valmis luopumaan osittain opettajan autonomiastani yhteistyön vuoksi
 Koen, että koulujärjestelmä ja sen hallinto tukee monialaista opettajuutta
 Monialainen opettajuus on pedagogisesti perusteltua
 Monialainen opettajuus on resurssien hukkaamista
 Koen, että monialainen opettajuus voisi kehittää itseäni opettajana

Valmiudet ja kyvyt toteuttaa monialaista opettajuutta

8.Vastaa seuraaviin väittämiin valitsemalla ajatuksiisi parhaiten sopiva vaihtoehto

Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Sama mieltä	Täysin sama mieltä
-------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------

Pystyn opettamaan yhteistyössä eri oppiaineiden opettajien kanssa

Ajatuksena monialainen opettajuus aiheuttaa minulle stressiä

Kykenen luomaan luottavan ilmapiirin työyhteisössäni

Kykenen auttamaan toisia opettajia heidän työssään

Pystyn edistämään yhteistyötä työyhteisössäni

Kykenen vastaanottamaan palautetta omasta työstäni

Pystyn antamaan kehittäväää palautetta toisten työstä

Uskon, että järjestämäni opetusta arvostetaan työyhteisössä

Minulla on tarpeeksi tietoa monialaisen opettajuuden järjestämistä varten

Minulla on tarpeeksi osaamista monialaisen opettajuuden järjestämistä varten

Liite 2. Väittämäkohtainen erittely tutkittavista ilmiöistä

Väittämä	Tutkittava ilmiö	Selite	Alkuperä
Haluan työskennellä tiimissä, jossa on oman oppiaineen eri opettajia	Asenne ja halukkuus	Monialaisuus	Pratt, 2014
Haluan työskennellä opetustiimissä, jossa on eri oppiaineiden opettajia	Asenne ja halukkuus	Monialaisuus	Pratt, 2014
Tekisin opetustyötä mielummin itsenäisesti kuin tiimissä	Asenne ja halukkuus	Asenne ja kokemukset	Härkki, 2021
Olisin valmis luopumaan osittain opettajan autonomiastani yhteistyön vuoksi	Asenne ja halukkuus	Asenne ja kokemukset	Härkki, 2021
Koen, että koulujärjestelmä ja sen hallinto tukee monialaista opettajuutta	Asenne ja halukkuus	Resurssit	Kokko, Takala & Pihlaja, 2021; Härkki, 2021
Monialainen opettajuus on pedagogisesti perusteltua	Asenne ja halukkuus	Asenne ja kokemukset	Härkki, 2021
Monialainen opettajuus on resurssien hukkaamista	Asenne ja halukkuus	Asenne ja kokemukset	Härkki, 2021
Koen, että monialainen opettajuus voisi kehittää itseäni opettajana	Asenne ja halukkuus	Kehittäminen	Ronfeldt, 2015; Rytivaara & Kershner, 2012
Pystyn opettamaan yhteistyössä eri oppiaineiden opettajien kanssa	Valmiudet ja kyvykkyys	Monialaisuus	Pratt, 2014
Ajatuksena monialainen opettajuus aiheuttaa minulle stressiä	Valmiudet ja kyvykkyys	Resurssit	Härkki, 2021
Kykenen luomaan luottavan ilmapiirin työyhteisössäni	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Kykenen auttamaan toisia opettajia heidän työssään	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Pystyn edistämään yhteistyötä työyhteisössäni	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Kykenen vastaanottamaan palautetta omasta työstäni	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Pystyn antamaan kehittävää palautetta toisten työstä	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Uskon, että järjestämäni opetusta arvostetaan työyhteisössä	Valmiudet ja kyvykkyys	Toimintakulttuuri	Vesikivi, 2019; Douglas, 2016; Rytivaara ym., 2019
Minulla on tarpeeksi tietoa monialaisen opettajuuden järjestämistä varten	Valmiudet ja kyvykkyys	Resurssit	Kokko, Takala & Pihlaja, 2021; Härkki, 2021
Minulla on tarpeeksi osaamista monialaisen opettajuuden järjestämistä varten	Valmiudet ja kyvykkyys	Resurssit	Kokko, Takala & Pihlaja, 2021; Härkki, 2021