

ŠIAULIAI UNIVERSITY

Renata Bilbokaitė

**PSYCHO-EDUCATIONAL FACTORS OF
APPLYING VISUALISATION IN
SCIENCE EDUCATION**

Summary of Doctoral Dissertation
Social Sciences, Education (07 S)

Šiauliai, 2012

The dissertation was prepared at Šiauliai University in 2009–2012.

The dissertation research was sponsored by the Lithuanian State Science and Studies Foundation 2009–2012.

Research supervisor: Prof. Dr. **Vincentas Lamanuskas**

(Šiauliai University, Lithuania, Social Sciences, Education – 07 S)

The dissertation will be defended at the Academic Council of Education Studies of Šiauliai University:

Chairperson:

Assoc. Prof. dr. Rasa Pocevičienė (Šiauliai University, Lithuania, Social Sciences, Education – 07 S)

Members:

Prof. habil. dr. Borris Aberšek (Mariboro University, Slovenia, Social Sciences, Education – 07 S)

Prof. habil. dr. Agnaldo Arroio (San Paulo University, Brazil, Social Sciences, Education – 07 S)

Prof. habil. dr. Vytautas Gudonis (Šiauliai University, Lithuania, Social Sciences, Education – 07 S)

Assoc. Prof. dr. Dalia Augienė (Šiauliai University, Lithuania, Social Sciences, Education – 07 S)

Opponents:

Prof. habil. dr. Martin Bilek (Hradec Kralov University, Czech Republic, Konstantin filosofer University of Nitra, Slovakia, Social Sciences, Education – 07 S)

Assoc. Prof. dr. Alona Rauckienė (Lithuanian University of Educational Sciences, Social Sciences, Education – 07 S)

The official defence of the dissertation will be held in the public meeting of the Council of Education Studies at 11.00 a. m. on 9 of November 2012 in the Conference Hall of Šiauliai University Library.

Address: Vytauto St. 84–205, LT–76352, Šiauliai, Lithuania.

The summary of the doctoral dissertation was sent out on 9 of October, 2012.

The doctoral dissertation is available at the Library of Šiauliai University.

Reviews are to be sent at the address:

Department of Science and Art, Šiauliai University

Vilnius St. 88, LT-76285, Lithuania, Phone + 370 415 95 821, fax + 370 415 95 809,

e-mail doktorantura@cr.su.lt

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Renata Bilbokaitė

**VIZUALIZACIJOS TAIKYMO
GAMTAMOKSLINIAME UGDYME
PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI**

Daktaro disertacijos santrauka
Socialiniai mokslai, edukologija (07 S)

Šiauliai, 2012

Disertacija rengta 2009–2012 metais Šiaulių universitete.

Disertacinį tyrimą 2009–2012 metais rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

Mokslinis vadovas:

Prof. dr. **Vincentas Lamanuskas** (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

**Disertacija ginama Šiaulių universiteto Edukologijos mokslo krypties taryboje:
Pirmininkas:**

Doc. dr. Rasa Pocevičienė (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Nariai:

Prof. habil dr. Borris Aberšek (Mariboro universitetas, Slovėnija, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Prof. habil. dr. Agnaldo Arroio (San Paulo universitetas, Brazilija, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Prof. habil. dr. Vytautas Gudonis (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Doc. dr. Dalia Augienė (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Oponentai:

Prof. habil. dr. Martin Bilek (Hradec Kralovo universitetas, Čekija, Nitros Konstantino filosofo universitetas, Slovakija, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Doc. dr. Alona Rauckienė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Disertacija bus ginama viešame Edukologijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2012 m. lapkričio 9 d. 11 val. Šiaulių universiteto bibliotekos konferencijų salėje. Adresas: Vytauto g. 84–205, LT–76285, Šiauliai, Lietuva.

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2012 m. spalio 9 dieną.

Disertaciją galima peržiūrėti Šiaulių universiteto bibliotekoje.

Atsiliepimus siųsti adresu:

Mokslo ir meno skyrius, Šiaulių universitetas,

Vilniaus g. 88, LT–76285, Lietuva

Tel. (8~41) 595 821, faksas (8~41) 595 809,

el. p. doktorantura@cr.su.lt

CONTENTS OF THE DISSERTATION

INTRODUCTION

EXPLANATIONS OF CONCEPTS

1. VISUALISATION IN SCIENCE EDUCATION: PSYCHO-EDUCATIONAL CONTEXT

1.1. Characteristics of an object within interaction of cognitive, social and educational factors

1.1.1. *Conception, ontogenesis and ontology*

1.1.2. *Levels of externalised visual representations, dimensionality and aids*

1.1.3. *Application of aids in lessons of past, present and future*

1.1.4. *Effect of externalised visual representations on participants of the educational process*

1.1.5. *Homogeneity and heterogeneity of Subjects' learning on the aspect of gender*

1.2. Meaning of cognitive processes and motivation within application of visualisation

1.2.1. *Discourse analysis of constructivist and ecologic image perception theories*

1.2.2. *Constructs of the imagination variety*

1.2.3. *Attention and memory within structures of mental models' formation*

1.2.4. *Motivation within the context of educational activities and environments*

2. EMPIRIC PSYCHO-EDUCATIONAL FACTORS OF APPLYING VISUALISATION IN SCIENCE EDUCATION

2.1. Methodology

2.1.1. *Exploratory researches*

2.1.2. *Diagnostic researches*

2.1.3. *Verification researches*

2.2. Results

2.2.1. *Identification of factors*

2.2.2. *Expression of factors*

2.2.3. *Verification of results*

3. PSYCHO-EDUCATIONAL MODEL OF APPLYING VISUALISATION WITHIN SCIENCE EDUCATION

DISCUSSION

CONCLUSIONS

RECOMMENDATIONS

REFERENCES

ANNEXES (compact disc)

INTRODUCTION

Scientific relevance

The contemporary society has been experiencing transformations of the own evolution – the technological progress is observed, which affects the creation of new aids and their development for the improvement of the expression of Subjects as well as the shift within consciousness of humanity from two dimensional realities of the surrounding world towards three-dimensional and four-dimensional, where the new dimension of time appears (Walker, 2009), perceived relatively and constructed according to heterogeneous needs, indivisible, non-linear, but continuous and vital. Globalisation transforms time and within its context – space, movement, places; it enables the change of information society to the knowledge society, where the knowledge economy and their systemic management are implemented by enabling the development of the Subject potencies within the context of new imperatives. The whole culture has become public (Geertz, 2005), civilisationally changing (Kavolis, 1996), transferring from the text to the image, occupying screens, encouraging appearance of new thinking and reality perception forms (Andrijauskas, 2006), when elements are attributed multimodal reactivity towards irritants of the perceiver, dual information coding and decoding, linking characteristics of dual models within interrelation of homogenised polycentric derivatives for increase of operating on Subject. *The mass representational regress of information is taking place* (the image is returned instead of the ideal information) *for the sake of the progress of cognitive processes of the human being* Ontogenetically, visual representations of the externalised objective information return the consciousness of the Subject to the pre-conceptual level, where images (are) manage(-d) (by) psychological processes and it affect the verified perception of the verbalised reality. The excessive amount of the conceptual verbal information does not reach even the smallest part of the human mind possibilities, ensuring the efficient participation within the own development as well as the development of others, therefore the visualisation opens and affects not only intuitive, but conscious activities for the activation of cognitive processes, application of which contributes to the more easy operation within processes of the knowledge construction. ICT support helps to realise the transformation of the time dimensionality, covering constants of the common space, place and movement – the consciousness regression for the sake of perception of innovative and complicated phenomenon as well as for their transformation progress for epistemic application is performed during the time, convenient for the Subject in his / her personal space and place by forming favourable conditions to observe never-seen objects by aids of multi-representation and therefore to recognise not only scientific, but also the everyday reality deeper.

Representation of non-representativeness has been progressively happening in the society in forms of visual information – invisible phenomenon become visible. During cognitive and social construction (or deconstruction) of applying representation of externalised visual representations as some kind of innovations, linked with verbal information, the dual conception of the object or phenomenon, based on the dual synthesis between the word and the image, is formed. Globalisation and post-modernism gave a sense for the revelation of invisible phenomenon, ensuring more progressive development of the consciousness of every learner – subjects, which were difficult to understand, became simpler, easier to understand. Visual externalised artefacts of the supposed reality for members of society within heterogeneous sub-cultures transfer information which could have been perceived by the minority and this enables the elimination of boundaries between

the general and elite education, between education possibilities for gifted, average students and students with learning difficulties in comprehensive schools (grades 8-12). During implementation of the principle of visuality, differentiated and individualised conditions, adapted to students with various needs, of the educational content can be homogeneously created. This would increase the possibility to encourage the consciousness regress of students for the sake of the progress of cognitive processes, enabling the cognition of represented complicated subjects in science education in the acceptable form.

Objectivised phenomenon in science education and their elements, revealed for students in the homogenised visual form, stimulate development of the Subject consciousness within the context of learning. By stressing this, the use of visualisation during lessons of Biology, Physics, Geography and Mathematics becomes relevant not only philosophically – culturally, but psychologically as well. The perceiver is given especially simplified information of various dimensions, forms, colours, sizes and other characteristics, which activates the *perception* of learners, better and easier understanding of complex objects (Wu, Hsin-Kai., Shah, 2004; Jared, 2009; Chittleborough, Treagust, 2008; Donovan, Nakhleh, 2007; Penn et al., 2007; Melles, 2007; Ubuz, 2007; Williamson, José, 2008; Booth et al., 2005; Rule, 2005; Casperson, Linn, 2006; Saprykina, 2008; Kim, Olaciregui, 2008; McCaffrey et al., 2008; Amundsen et al., 2008; Qian, Tinker, 2006; Bogner et al. 2006; Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul et al., 2010; Barat, 2007; Silen, 2008; Penn et al., 2007), *imagination*, which contributes in imagining and restoring objects and their interactions, invisible by other means (Rule, 2005), *attention*, helping to concentrate deeper to follow and to remember the information (Kim, Olaciregui, 2008; Velázquez-Marcano, et al. 2004; Mason, 2006; Mammino, 2008; Tasker, Dalton, 2008), as well as *memory* (Cook, 2006; Card, 1999, Folorunso, Ogunseye, 2008), which is obligatory for epistemic application of the gained knowledge in practice. The named psychological processes can be identified as *cognitive*, application of which affects the construction of more versatile mental models (Tasker, Dalton, 2008) in the memory, combining the verbal and visual schematic totality of codes, influencing the more effective assimilation of information of educational purpose as well as the formation of correct models in science education (Gilbert, 2008). It has been scientifically confirmed that application of visualisation during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics leads to the higher interest of students in educational content (Wu, Shah, 2004; Cook, 2006, Oller, 2006; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010) and phenomenon of nature.

On the psycho-educational meaning, *visualisation in some way enables the learners to eliminate epistemic limitations* and to form premises for the correct assimilation of conceptions and phenomenon, linked with reality of our world of the nature of science education. Researches have indicated (Sirhan, 2007; Tsitsipis et al., 2011) that children experience learning difficulties, limiting their cognition possibilities, during lessons of science education. Visualisation, as the artefact, could serve for participants of the educational process in elimination of factors, limiting the effective education. Better knowledge of complex subjects could increase the need for epistemic practice; the context of independent operation could be projected; the learning paradigm expression in everyday educational activity could be expanded.

The changing ontology of educational paradigm also gives a sense to the application of the visualisation during lessons of science education: premises for cognitive and social construction of the knowledge of students by their interaction with externalised visual

representations as well as for accumulation of the necessary experience for learning further topics and self-development are supposed. Constructive paradigm states the necessity of differentiation and individualisation of education as well as linking education content with everyday attributes and the use of educational artefacts as the equivalent for really existing life phenomenon. Knowledge in science education of the Subject should correlate with knowledge in other spheres; in order for the current link to appear, complex phenomenon should be presented by simple representations, which are easier to understand and reclaimed, decoded by analogues in the real life. The constructive paradigm obliges pedagogues to apply those aids, which are the most activating for cognitive and social basics of recognition, motivating and contributing in the formation of skills of independent learning with artefacts. Within this context the relevance of application of computer-based visualisation is especially highlighted – multidimensional and multimodal visual representation correspond to needs of the contemporary user and is more effective for his / her consciousness than educational aids of the classical nature. Computer-based technologies as well as visualisation, represented by them, within the context transformation of educational paradigm, is treated as the *innovation* (Simmons, 2011), which changes learning (teaching) possibilities and the surrounding environment. Technological process has modernised educational content, ICT (computers, multimedia, interactive boards and etc.) appeared in schools, and therefore the need for administrative staff, teachers and software designers appeared to cooperate and learn to manage the new technologies by the thorough analysis of peculiarities of their application. Visualisation, as the artefact of externalised visual representations, reflecting the multidimensional and multimodal state of objects, obliges to present the lesson content in a more innovative way, because for the population of students is represented non-representative reality of the surrounding world. Exposure of images through the more simple way of presenting complicated phenomenon forms more favourable conditions, by aids of the innovative technologies, to construct knowledge of students with educational affirmation of imperatives of the post-modern paradigm – the teacher becomes advisor and consultant while artefacts – mediators. Computer-based visualisation, as innovation, would encourage pedagogues to intercept their new role – the learning content is linked with application of visualisation and its interactivity guarantees new functions of the pedagogue, quality of his / her relations with the student, giving a sense via revelation of representation of various levels of meta-status and their identification by scientific conceptions within the context of the analysed phenomenon. Mastering of technologies would lead to the strengthening of the role of the pedagogue by the post-modern assessment of his / her work results and the process – to teach, to learn and to recognise the world as the *post-priory*, when the knowledge, accumulated in the memory by aids of visual artefacts is validated by practicing while *a-priory* information is either corrected after internationalised visual representation or adapted by mutual interaction between cognitive and social learning contexts.

In the near future education should guarantee the teaching equality for all if the education is the factor, forming the society (Millar, 2012); this supposes the premise that on epistemic meaning the science education in future should be accessible to every learner, and therefore the educational sphere should be developed the way to form the best conditions for students with heterogeneous needs in the constantly developing world, where the educated person is to become the creator gradually. It is planned that ICT application for the teacher and the student in future will be an important and interesting instrument to increase educational achievements (Courville, 2011; Kennedy, 2011; Guerra et al., 2011) and therefore will be

widely integrated into the process of education (Belland, 2009; Trouche, Drijvers, 2010; Selwyn, 2012; Reigeluth, Merrill, 2009; Polly et al., 2010); classical aids will be replaced by new ones (Tugui, 2011) by encouraging teachers to give more time for analysis of aids (Hicks, 2011). Computer technologies (especially visualisation) are not treated as the only ones, that can contribute to the improvement of educational process – from scientific and education meaning they are treated as culturally timely and favourable (Maddux, Johnson, 2011), contributing in the learning, but not transforming it basically (Sheehy, Bucknall, 2008) thus giving a sense to the student oriented paradigm (Smeureanu, Isaila, 2012) in reality. Scientists state (Pence, McIntosh, 2011; Klieger et al., 2010) that computer-based technologies in education would contribute to the creation of new educational environments, based on the domination of multidimensional and multimodal externalised visual artefacts. Their representation by innovative aids would contribute to the fulfilment of the life-long learning request (Lee, 2012), would possibly strengthen role of the school (Robinson, 2012), because transformation of education system so that it would be oriented towards the student, would enable the assurance of not only educationally, but also socially valuable mastering of technologies (Facer, 2012).

Practical relevance

Practical relevance of the Dissertation is supposed by the complex assimilation of knowledge in Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics in comprehensive schools, which is affected by many factors, linked with conditions of the information representation within educational reality. The problem of science education is the *internal unrepresentativeness* of phenomenon, when Subjects cannot imagine verbal conceptions and their correlations – if the visual thinking is weaker or less developed, knowledge is assimilated only in the form of verbal mental models, it is not imagined in their thoughts and therefore the wrong representation is formed and it affects unsuccessful activity during practical tasks. Knowledge (conceptions) in science education is complex, abstract, difficult (and / or especially difficult) to understand for students in 9–10 forms because of their *visual unrepresentativeness* in the consciousness, lack of analogues for their inability, as the externally observed phenomenon (Sirhan, 2007), for the objects in the real world. In order to simplify the information of educational contents, so that the consciousness could experience the cognitive revolution with the help of regressive codes, it is important to *externalise* objects, unrepresentative inside the Subject, by *clear* representations bearing some concrete meaning, that supplement the text, coded in words.

Students meet *too large flows of the verbal information* within educational environment and therefore cannot select the most important elements; the cognitive load (Haslam, Hamilton, 2010) leads to the diminished activity of cognitive processes, the motivation becomes weaker, skills of the independent learning are becoming weaker. The majority of manuals until the technological process were combining one-dimensional or two-dimensional visual representations only, that restricted the versatile relevance of the subject, close to the realistic one, and therefore often affected the formation of incomplete mental models, inappropriate understanding and wrong knowledge, which is obtained by attractive communication with the verbal information – words, sentences, complexes of conceptions. Phenomenon of high abstracting, having no analogues in everyday environment, are named in forms of conceptions and therefore aggravate the insufficiently developed imagination of the student as well as his / her thinking operations. The amount of new conceptions is growing with every lesson and failure to keep them in memory as

well as lack of clear dual mental models leads to the fact that the psychics of the Subject rejects incomprehensible verbalised codes and therefore they are not realised and are left unidentified. The growing flow of the verbal information causes informational overload and it may be reduced by multidimensional as well as multimodal visual representations (Liu, Su, 2011; Yeh et al., 2012). Muller et al., 2008; Schwamborn et al., 2011; Leutner, et al., 2009; Erlandson et al., 2010; Korakakis et al., 2009; Price, Lee, 2010) that include learners into the process of interactive interrelation with the object thus enabling him / her to know the science education subjects better. Visualisation can contribute in understanding phenomenon of sub-micro level, which cannot be observed by the human eye (Ardac, Akaygun, 2005), when models of science education are attracted closer to the reality and students perceive them as significant (Schwarz et al., 2009).

Finally, next to reasons, named above, the problem defining their result exists – *low need to select subjects in science education* in higher grades (Britner, 2008; Liu et al., 2010), lack of specialists in the current sphere all over the world (Koul et al., 2011; Blackburn, 2006). This phenomenon can be influenced by the complexity of subjects in science education, lack of their interrelations with factors of the real world as well as non-solid knowledge within the learning context of those subjects, what can be corrected by aids of visualisation as representation of externalised scientific truths in the form, acceptable for the perceiver and suggestively correlated with the verbal information – this would lead to the construction of reliable knowledge, practice, based on the experience and strengthening of the wish to deepen the knowledge in abstract things in school and after graduation.

Scientific problem

One of the greatest problems within the reality of the science education is the **inappropriate** understanding of **conceptions**, phenomenon, topics and other elements of the content. Learners understand conceptions individually, constructing the own epistemic experience on the base of the cognition practice, which often influences the misconception. In such cases naïve mental models dominate, as well as inadequate and not objective description of factors of science education, incorrect assimilation of their peculiarities and features. It is especially actualised in spheres, where the learning about features of micro elements, not seen for the human eye, take place, without any special equipment and aids: misunderstood chemical links (Çalık, et al., 2005; Özmen, 2004; Pınarbaş, Canpolat, 2003; Ünal, et al. 2006; Sirhan, 2007; Duis, 2011; Gomez-Zwiep, 2008; DiSpezio, 2010; Herman et al., 2011), various processes (Klassen, 2009) and features of phenomenon (16). Scientists state that such situation is affected by the high abstractness level of conceptions in science education (Ghassan, 2007), their inter-similarity; this limits the correct identification of terms (Larrabee et al., 2006), identification of false conceptions (Ying-Shao Hsu, 2008). Therefore premises follow that incorrect understanding of conceptions and processes lead to wrong mental models formed (Park, Light, 2009), and their correction during lessons lacks time as well as internal modelling competences of learners (Lopes, Costa, 2007). The latter presumes that science education has a real existing problem – misunderstanding of conceptions and processes, which could be eliminated or diminished by aids of modern externalised visual representations.

Within the context of comprehensive education the attitude is observed that learners should construct and interpret specific terms in science education as well as phenomenon, processes, interrelate them and to have skills of recognising them in everyday reality

(Freeman, Taylor, 2006; Alvermann, 2008; Hapgood, Palinscar, 2007; Gropen et al., 2011; Guzzetti, Bang, 2011; Miller, 2006; Rannikmäe et al. 2010; Holbrook, Rannikmäe, 2009; Hapgood, Palinscar, 2006/2007; Yore et al., 2006, 2007, 2009). The Subject may become *literate in science education* when he / she can correctly understand the content of subjects of Biology, Chemistry, Physics, Mathematics and Geography, is capable to remember it and apply it in practical work, to see links with the reality. However lack of the correct knowledge and failure to assimilate it, leads to the low literacy in science education and therefore the mentioned subjects are studied in higher grades at a low level; comprehensive education becomes weaker and speaking from ecological point, relation with nature is limited, what partially contributes to the development of the consumer culture. Not understanding general laws of science education it is impossible to understand the surrounding world and to create nature-favourable environment, stimulating the evolution of the Subject, as the well-versed creator. As far as the science education literacy is the scientific problem, widely analysed in the whole world, which matches previously discussed ones, its elimination could be supported by aids of visualisation. Currently the education of literacy by aids of various representations is actualised (Tytler et al., 2006, 2007; Anthony et al., 2010), because they contribute in revealing the objectivised and homogenously confirmed truth, which is too complicated and too abstract for students in the verbal form. According to Yore et al. (2006), learners must know artefacts of the content of subject of natural education, must understand systems of codes, and therefore the increase of literacy in science education is to be attained by visual (Lehrer, Schauble, 2009; Ainsworth, 2008), verbal (Weiss-Magasic, 2012; Hanharan, 2009; Manolas et al., 2011) and multimodal representations (Waldrup et al., 2006). Externalised visual representations are also applied as verbal artefacts, because their link influences the effect of expression of multimodal aspects on cognitive and educational processes of Subjects. Two and more coding systems can be joined by various aids; however it is important for them to be interactive with the deeper inclusion of the Subject into the process of learning. Computer technologies suit the best for them (Ng, 2011; 2010) and contribute to principles of constructivism and therefore reduce the cognitive load experienced by students (Vogel-Walcutt et al., 2011) to develop learning contexts via constant knowledge construction (Chu, Ju, 2010) within interaction of cognitive and social factors (Powell, Kalina, 2009; Stears, 2009; Harkness, 2009).

Successful science education requires development of literacy not only in this sphere (Feinstein, 2011), but also in the *exposure of theoretical links with life* (Bennett et al., 2007), because information about objects of nature is abstract, difficult to understand and students often make epistemic mistakes, because they do not see analogues of knowledge in the reality. This problem could also be reduced by application of visualisation – externalised visual representations would be applied by anticipating the cognition of phenomenon through artefacts, known for students and this would encourage the learning motivation (Pugh et al., 2010), would deepen the critical thinking (Marques et al., 2011) as well as skills of visual literacy (Metros, 2008), which are very important in the visual culture. In this case, the visual literacy is important as much as strategies of the reading perception (from NGSP, 2008 cit. Anthony, Tippett, Yore, 2010; Kordigel Abersek, Hus 2007; Kordigel Abersek, 2008; McTigue, Flowers, 2011, 2010), because general science education requires both (verbal and visual) coding systems. If the qualitative multimodal and multidimensional interactive visualisation would be applied during lessons, it would be possible to expect elimination of the majority of previously identified problems.

Identified problems of the science education, which could be eliminated or reduced by aids of visualisation, gives a sense to the importance of researches on application of externalised visual artefacts within educational reality. Within the worldwide context, the priority is given to innovative projective aids of visualisation, which are tested during experimental lessons and therefore methods of logical positivism dominate in schemes of the research selection – experiments and observation; questionnaires for participants of educational process are applied more rarely due to the existing attitude that experimental data is more reliable. However, within the social construction of educational reality, the teacher and the student, their positions in the context of applying all aids and representations are the most important, because Subjects construct the cognition and experience and their attitude is also an important source of information about the analysed object. The attitude expression is formed by various social, educational, psychological and cultural environments, individual as well as homogenised needs of members of population, and therefore expression of the position of the listener evidences the impermanence of the analysed phenomenon within some appropriate context, which, upon the change of some essential conditions, may affect the change of the attitude. The attitude also reveals awareness of attributes of the everyday reality, which is exposed as the formed attitude, stereotype or vice-versa – latent image without any objective base, evidencing reasons of the position. Within changes of educational paradigm ***attitude of teachers and students towards visualisation and its effect is not clear*** because gradual introduction of technologies into educational process leads to the change in the understanding of the conception. New experience within transformation of culture is created, gradual transition to visual spaces is observed and therefore possible effect assessment of the visual object from the point of Subjects is not analysed but relevant and important. Even though various experiments identified that concrete externalised visualisations, applied in researches, are useful for cognitive processes of children, there is a lack of information about ***the possible effect of visualisation, as the artefact, on the Subject*** – especially on very heterogenic aspect of gender. This would reveal psycho-educational specific features of application of visualisation for girls and boys, which could give reliable and important information for designers of the science education – scientists, authors of manuals and innovative aids, teachers, students and their parents. It would also affect more cognitively and socially constructive creation of the educational process, because homogenous and heterogeneous peculiarities of the applied artefact during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics would be known. As far as the number of aids of visualisation is about to grow in future it is important to have reliable instruments that could be used by scientists and teachers in order to define previously mentioned. Due to the existing variety of logical positiveness researches, ***there is a lack of research instruments, based on the social paradigm***, i. e. there are no questionnaires to identify attitudes of teachers and students, which would combine the effect of externalised visual artefacts on psycho-educational factors. Such scientifically approved instrument would contribute to the efficiency of applying visual artefacts, because it would identify attitude of Subjects about the strength of existence of the core factors that affect the application of aids.

Even it has already been revealed that currently the computer visualisation was the mostly analysed because of its wider possibilities to represent various visual artefacts in the interactive manners, though context of educational transformation evidences the conversion – traditional visual aids are still applied in reality, which can also help in solving various problems of science education. In scientific literature, the conception of

visualisation is often linked with computer technology, because it responds to challenges of science modernisation, application of innovations and etc., which socially and educationally stimulate the implementation of researches. However, during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics, where educational paradigm has just been initiated to transform, strives to cognitively and socially create as well as construct environment, oriented towards the student, other aids of visualisation can be applied, the effect of which on students is almost not analysed. This issue also lacks information – what aids are applied in subjects of science education on the national level and have their application changed? ***Attitude of teachers about application of visualisation, its change in the past as well as potential change in future*** would expose socially and cognitively constructed homogenous and heterogeneous experience, dependent upon the work experience, the presented subject and the represented paradigm from the point of the consumed object. It is also important to reveal really ***existing reasons that encourage and limit*** application of visual artefacts; this would contribute in defining if the dominating reasons are characteristic in all disciplines of science education. The analysed factors would identify facts, stated by Subjects, about the need for visualisation within perspective of the projected and modelled educational reality.

As far as application of visualisation within disciplines of science education is often analysed from the aspect of the aids effectiveness, the more consistent scientific research, based on empiric strategy of mixed methods, would enable deeper and more comprehensive explanation of psycho-educational factors of application of visualisation as well as their expression in the populations of teachers and students within the context of educational reality and the main reasons of heterogeneous differences from the point of the analysed people as well as from the conceptual aspect of ontology. On the basis of theoretical and empirical research data the well-grounded ***psycho-educational model*** of application of visualisation within the science education could be constructed, which would fully and efficiently represent application (realisation) of the analysed object in educational environment. This is the foundation for the main **problem issue** of the Dissertation – *what are psycho-educational factors of applying visualisation, as the ontologically revealed science education artefact, for students in 9–10 forms and reasons for their heterogeneity.*

Object of the research – psycho-educational factors of applying visualisation in science education.

Research hypotheses:

- It is possible, that externalised visualised representations stimulate cognitive processes, motivation and independent learning of students.
- It is possible, that the positive effect of applying visualisation in the science education on learners is heterogeneous from the aspect of the gender of students.
- It is possible that application of the new externalised visual representations as well as its prognosis in the science education differ from the aspect of the working experience of teachers.

Research aim is to analyse psycho-educational factors of applying visualisation during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics in 9–10 forms, reasons for their heterogeneity, and the model of named factors.

Theoretical objectives:

- To reveal the characteristics of visualisation within ontology of the image ontogenesis, postmodernism, synergetics, globalisation, ontology of knowledge / information society and educational innovation, by highlighting elements of applying artefact in science education.
- To characterise external visual representations on aspects of dimensionality and meta-status within the variety of aids by stressing changes of the conception of visualisation, as the mentioned object in scientific works of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics.
- To reveal premises of the constructivistic paradigm realisation on aspects of advantages of externalised visual representations by applying them in science education as well as the gender heterogeneity upon possible interaction between cognitive and social factors.
- To analyse theoretical psychological and educational context of applying visualisation by identifying the effect on the students' motivation and cognitive processes (for perception, memory, attention and imagination).

Empirical objectives:

- To identify attitude of teachers of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics empirically towards programmes of visualisation, factors, limiting their application in educational reality as well as attitude of students in 9–10 forms about reasons for not understanding subjects in science education, factors, limiting learning, effect of objectivised externalised visual representations, presented during lessons or found during some free time in the internet on learners.
- To diagnose expression of factors, identified during the exploratory research by revealing change of applying real, paper and computer-based visual externalised representations, identified by some particular artefact aids and its prognosis for lessons of Biology Chemistry, Physics, Geography and Mathematics, by defining the effect of visualisation on cognitive processes of students, their motivation and independent learning according to the gender of subjects and the form by comparing attitude of educational subjects (pedagogues and learners) on the aspect of the analysed phenomenon.
- To verify results of researches with empirical substantiation of attitude of Subjects of science education – teachers and students – towards reasons, affecting the higher need for externalised visual representations and their effect on heterogeneous groups of learners under aspects of gender and form.
- To construct psychoeducational model of applying visualisation in science education on the base of theoretical and empirical researches and to discuss its application possibilities within the context of the methodological theoretical contexts and perspective of future researches.

Ontological conceptions and provisions of the research

Within the context of *cognitive constructivis* (Piaget, 1983; Colliver, 2002; Nezvalova, Lamanuskas, 2010; Raykova, 2008; Nezvalova, 2009) visualisation is given a sense as the artefact, supporting by aids of assimilation and accommodation the construction of correct mental models that determine correctness of the knowledge as well as the successful epistemic their application in practice. Externalised visual representations help the Subject

to construct visual mental models that within the process of learning verbal conceptions are combined and therefore correct knowledge structures (visual and verbal) are constructed in the consciousness. Students in 9–10 forms have difficulties in understanding abstract, invisible conceptions of science education as well as objects and phenomenon, therefore visualisation helps in individual construction of correct mental models that determine full understanding of the topic and its assimilation.

Theory of *social construction* (Vygotskis, 1978; Shek, 2002; 2007; Cottone, 2007) gives a sense to the meaning of externalised visual representations due to their positive effect on the development of the Subject. With the support of interactive visual artefacts, the possibility to form educational environment, where the artefact would perform the role of the more experienced partner and would transmit new information in the manner, acceptable for the Subject therefore increasing the consciousness of the learner into the higher level, increases. When the learner interacts with visualisation, especially multimodal and multidimensional, intentionality of his / her consciousness increases as well as reflection of the obtained information, the need for epistemic practice and social construction of experience, when the artefact is the senior partner, helping to understand the object of learning in a more rapid and deeper manner.

Visualisation ontology is revealed through the *social reality construction theory* (Berger, Luckman, 1998), which explains links of the teacher with externalised visual representations as attributes of the everyday life. The theory forms premises that representatives of the classical paradigm possibly experience positive emotions and trust in oneself when they apply traditional visual aids during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics. Teachers, who tend to work by responding requirements of the post-modern paradigm, would more often apply computer-based visualisation as the aid of innovation, which is to be managed in order to expand traditional boundaries of everyday educational activities by saving time and varying the routine. Application of interactive visual artefacts would be some challenge for teachers, belonging to this group, which encourages the development, search for innovations, strive to manage them and therefore to increase the own work quality within the context of newly constructed educational reality. And vice-versa, representatives of the classical paradigm, when applying the computer-based visualisation would experience negative emotions, because this aid would misbalance the flow of everyday rituals as well as traditional boundaries of educational activity, would disturb the routine and lead to the tension as well as the sense of uncontrolled time. As the consequence, interactive visual artefacts would encourage teachers of such group to avoid innovations as limiting their self-expression and successful work during lessons, with strives to get back to application of traditional aids, which was simple and effective. Application of computer-based visualisation for students within limits of their understanding corresponds to the everyday reality, because they often interact with artificial informational artefacts, virtual spaces. Construction of the social reality gives a sense to the timeliness for applying externalised visual artefacts by multimodal and multidimensional aids and possibly positive effect on the consciousness of learners.

Visualisation is also given a sense within the context of *postmodernism* (Jameson, 2002): it contributes in revealing unrepresentativeness, the reconstructed image, disappearance of limits between the hidden content and revealed truth is experienced, when the Subject over goes the period of transition, educational transformation, progress of application of artefacts, change within the relation with knowledge. *In societies of knowledge and information* (Vaccaro, 2008; Sørensen, Danielsen, Nielsen, 2007; Parada, 2009; Beck,

2008), visualisation gains the value of the global aid, which becomes public, available in various cultures for students with different needs by forming premises to experience the learning success, revealing invisible objects that become close to the Subject, because are attributed to the reality of his / her world. Visualisation, as *innovation* (Varma, Husic, Linn, 2008) also explains the necessity of artefacts within contexts of the constant learning, transformation of the educational paradigm as well as the technological progress, where the periodicity of application of aids is *synergically* (McNeill, Krajeik, 2009; Muniandy, Mohammad, Soon, 2007) highlighted as well as systematics, vitality and changes during lessons of science education. Externalised visual artefacts, exposing generalisations of scientifically objectivised truths, homogenously given in the form of various models, helps to develop the evolution of the consciousness of Subjects. When observing images, the learner experiences the regress of consciousness, during which perceived images get the thinking closer to some particular objects, help to create visual mental models and join them by verbal (spoken) information. Regress of consciousness, caused by the visual artefact, gradually causes the thinking progress, because correctly understood images help to assimilate knowledge correctly and apply them in epistemic practice.

Application of visualisation is determined by psychological conceptions also. Concept of *visual thinking* (Arnheim, 1997) states that the visual thinking is one of the most important types of thinking in the human life – information, received by images is more concrete, its perception is more rapid. According to the mentioned above, visual artefacts help the consciousness of the Subject to identify complex and abstract objects for the consciousness of the Subject as concrete, really seen and therefore facilitates not only processes of perception, but other cognitive processes as well – attention and imagination. Activeness of the latter forms necessary skills of imaging, necessary in subjects of science education. Development of visual thinking by aids of visualisation gives a sense to the *theory of genetic structural intellect model* by L. M. Vekker (1976), following which it is possible to state that this kind of thinking is the base for the concept thinking – if the Subject in own memory has correct and qualitative (perfect) visual representations of the object accumulated, he / she can easier identify those images in verbal codes.

Thus not only the visual thinking and its development are important on the ontological sense of visualisation; application of externalised visual representations during lessons helps in creation of *dual codes* (Paivio, 1986, 2006; Hodes, 1994), merging visual and verbal information. The latter determines the construction of correct dual mental models – images simplify complex and abstract information and after their understanding, the verbal description of objects expands the cognition of the object, therefore knowledge structures, close to the student and linked with everyday reality of science education are created, ensuring more effective education.

Epistemic conceptions and provisions of the research

Upon construction and implementation of researches, the strategy of mixed methods was used, when qualitative and quantitative methods are linked, helping to gain more comprehensive data (Lund, 2012; Teddlie, Tashakkori, 2009; Tashakkori, Creswell, 2008; Creswell, Tashakkori, 2007; Symonds, Gorard, 2010; Abowitz, Toole, 2010; Creswell, Plano Clark, 2007). These methods are intended not only for the substantiation of the data thoroughness, but also for the analysis of not analysed or low analysed phenomenon (Brannen, 2009), when after their application principles of interdisciplinarity (Kroos, 2012), social interactive research (Greene, 2007, 2008; Dellinger, Leech, 2007) as well as paradigm of mixed results (Johnson, 2011; Wheeldon, 2010) are followed for the analysis

of objects, close to our everyday reality (Fielding, 2010; Maxwell, Joseph, 2011). Two types of mixed methods were selected for the research: *exploratory* and *explanatory*; they enabled the identification of the analysed object, its expression in population as well as verification of the obtained research data. Logics of researches, consistency of stages, scopes and groups of analysed people, instruments of the research and methods are presented in figure 1.

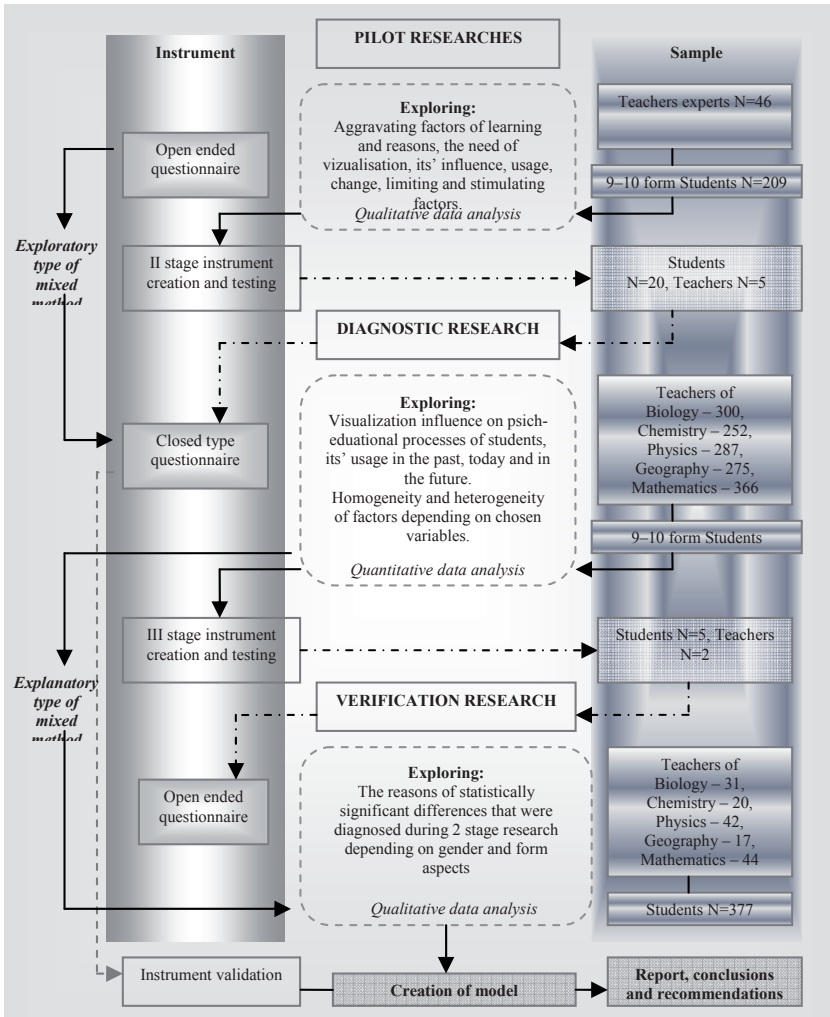


Figure 1. Schema of research methodology (constructed by the author)

Strategy of mixed methods was selected as corresponding to the revelation of the analysed object within the context of social reality the best, where it is also strived to follow principles of the *logical positivism* (Chalmers, 2005) – to reveal exact data from

epistemological approach about the analysed object, by identifying his / her factors by expression of qualitative data, diagnosing their expression in population in quantitative expression as well as defining reasons during verification researches, which would explain statistically reliable differences, obtained during diagnostic research. In order to attain the research importance on the national level, scopes were composed under statistical requirements, and therefore results of the research represent the context of the whole country. In order to realise the principle of the logical *positivism* more efficiently, instrument of the diagnostic research was composed under anthropological EMIC / ETIC strategy, which obliged, to define values, understandable for the analysed people during the exploratory research (Čiubrinskas, 2007; Prost, 2007; Bandon, 2010), i. e. *emic* paradigm helped to reveal the language used by students and teachers as the connotate, identifying factors of the analysed object. Under connotates of separate analysed groups, variables of the instrument were constructed the way their homogenisation would correspond *etic* idea, i. e. meanings are to be easily decoded in the analysed population. Construction of factors (diagnostic blocks) was performed by aids of objectivised scientific conceptual equivalents. The instrument was approved for every analysed group separately by inspecting internal compatibility of scales, possibilities to define statistically important differences under generalised (representing the whole scale), dependable and undependable variables. Possibilities of the instrument to measure the selected object were approved in scientific journals.

Methods:

Theoretical: content analysis

Research data collection methods: Surveys that mostly useful for exploring opinions of populations (Kilanowski-Press, et al., 2010; Theiss, et al., 2009; Tingoy, Gulluoglu, 2011).

Methods for the research data analysis: descriptive (indexes of popularity and usefulness) and nonparametric statistics (*Mann'o Whitney U-test* was applied, which is applied for two independent scopes when distribution of variables is abnormal ($p < 0,05$) (Pukėnas, 2005). It was applied for the verification of hypothesis about the parity of averages of variables. *Cronbach alpha coefficient* was applied for the internal reliability of scales of the instrument. It evidenced if questions are interrelated (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). *Content analysis* was applied for the qualitative data analysis.

Theoretical Significance of the Dissertation

- Analysed characteristics of the conception of visualisation is presented on aspects of its dimensionality and variety of representing aids as well as differentiation within the reality of education, by revealing peculiarities of visualised externalised representations in the context of various level and defining ontogenetical features within progress and regress of its evolution.
- Philosophical and social ontological aspect of the discourse of visualisation is revealed by analysing the meaning of externalised visual representations on aspects of postmodernism, globalisation, synergetics and innovations by supplementing with ontological importance for knowledge and information societies.
- Visualisation is revealed in ontological – psychological meaning by giving a sense to the application of visual representations on effecting cognitive processes of students for the peculiarities of the thinking evolution in the consciousness of the Subject, when visualisation contributes to form correct mental models, to internalise them

and to externalise in learning subjects of the science education therefore reducing amounts of the verbal information obtained within educational reality and forming premises for the activation of visual thinking as the base for the effective formation of concept thinking.

- Change of application of visualisation during past 20 years in Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics is presented as well as in school subjects of these spheres and predicted substantiated theoretical progress.
- Within boundaries of the constructivistic educational paradigm the visualisation is conceptualised as the premise for realising cognitive and social factors within the reality of science education on the heterogeneous aspect of gender by highlighting learning differences between girls and boys on aspects of applying external visual representations.
- Advantages of visualisation in lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics are analysed by revealing educational as well as psychological peculiarities, evidencing when learners interact with externalised visual representations and useful not only for students, but also for pedagogues.
- The psychological aspect of applying visualisation within education is analysed – discourse analysis of the cognitive psychology about peculiarities of visual understanding, attention, memory, mental models and imagination processes, by highlighting characteristics of motivation within the process of applying visualisation.
- The model of applying visualisation within educational reality is constructed on psycho-educational aspect, representing various peculiarities of applying the aids, affecting the more efficient educational results in science education as well as in Geography and Mathematics.

Practical Significance of the Dissertation

- Premises, concerning benefits of applying visualisation in science education on psycho-educational aspect were gained during the empirically based theoretical discourse analysis.
- Representative attitude of students (9–10 forms) and teachers (Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics) in the Republic of Lithuania concerning the benefit of applying visualisation of psycho-educational aspects was analysed with consistent deepening and supplementing of data, while the thorough and reliable image about the analysed objects was gained; the latter enables the determination of peculiarities of the attitude of mentioned populations in the whole country in subjects of science education.
- Object of the research is empirically revealed by applying the triangulation methodological provision, under which the base features of the object are reflected in all stages of the research and supplement each other: factors of the object were identified during the exploratory research, while expression of factors within heterogeneous populations of participants of education were diagnosed during the diagnostic research and possible reasons that affected heterogenous peculiarities on the diagnosed factors within education reality on the aspect of gender were defined during the verification research.
- The instrument (questionnaire) was created and scientifically approved, diagnosing attitude of the population of students and teachers about the effect of applying visualisation within science education, enabling the reliable measurement of the

attitude homogeneity and heterogeneity on aspects of different scales, variables and populations and it can be characterised by high compatibility of internal scales and the whole instrument.

- The constructed and reliable instrument can be applied not for the scientific purposes only, but also in school with practical educational aims to define if the concrete visualisation, according to attitude of students, activates psycho-educational processes and therefore can be applied by all teachers of science education.
- Empirically verified psycho-educational model of applying visualisation in science education was constructed in theoretical part of the Dissertation; it was supplemented on the base of results of all surveys and therefore guarantees theoretical and practical consistency of the model on aspects of the scientific discourse and attitude of students and teachers towards the analysed object.

Defended Statements of the Dissertation Research

- Visualisation, as the artefact, ontologically is interdisciplinary, timely relevant and essential within the process of science education, affecting regress of the consciousness of Subjects for the sake of the progress of understanding, enabling possibilities for individual and social construction of knowledge of learners through representations of unrepresentativeness of objects within the totality of scientifically objectivised and homogenised truths thereby contributing to the transformation of the educational paradigm.
- Visualisation eliminates existing learning difficulties, because it activates cognitive processes of students (understanding, attention, imagination and memory), improves the learning motivation and independent learning during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics.
- The planned progress of applying computer-based visualisation in science education and its stronger effect on the Subject neither objects nor denies efficiency of applying traditional aids of visualisation.
- Application of traditional and new externalised visual representations as well as its prognosis within the science education differs from the aspect of the working experience of teachers.
- The positive effect of applying visualisation in the science education on learners is heterogeneous form the aspect of the gender of students.
- The positive effect of applying the computer-based visualisation on psycho-educational factors can be empirically verified by analysis of the attitude of students.

Scientific Approbation of Research Results

Publications announced on the topic of the dissertation

Scientific articles in the Journals included into international data bases:

- 1) **Bilbokaitė R. (2011).** Vaikinių poreikis ieškoti gamtamokslinės vizualizacijos internete. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 2 (31), p. 33-39. ISSN 1648-939X, „Scientia Educologica“, Lietuva.
- 2) **Bilbokaitė R. (2011).** Instrumento tinkamumo matuoti mokytojų nuomonę apie vizualizacijos poveikį įvertinimas. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 2 (15). P. 6-13. ISSN 1822-4644. Liucilijus: Šiauliai.
- 3) **Bilbokaitė T. (2010).** Vizualizacijos taikymo nauda gamtamokslinio ugdymo procese: matavimo instrumento metodologija. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 3 (29), p. 6-13. ISSN 1648-939X, „Scientia Educologica“, Lietuva.
- 4) **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos privalumai mokymosi paradigmos kontekste. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 1, Issue 10, (2 tomas) p. 28-36. Šiauliai: Lucilijus. ISSN 1822-4644.
- 5) **Možeika D., Bilbokaite R. (2010).** Teaching and Learning Method for Enhancing 15-16 Years Old Students' Knowledge as One of Scientific Literacy Aspect in Chemistry: Results Based on Research and Approbation.

The International Journal of Educational Researchers. Vol. 3 (1), p. 1-16. ISSN 1308-9501. Prieiga per internetą [http://ijer.eab.org.tr/1/3/1_mozeika.pdf].

- 6) **Bilbokaitė R. (2010)**. Turinio žemėlapis aukštojo mokslo studijose: studentų žinių tikrinimo metodas. *Studijos šiuolaikinėje visuomenėje*. P. 18-22. ISSN 2029-431X. Šiauliai: Šiaurės Lietuvos Kolegija.
- 7) **Bilbokaitė R. (2010)**. Turinio žemėlapiu metodo taikymas gamtamokslinio ugdymo procese. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 1, Issue 26, p. 77-81. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776
- 8) **Bilbokaitė R. (2010)**. Vizualizacijos dėka merginų savarankiško mokymosi procesuose gamtamoksliniame ugdyme. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 1, Issue 26, p. 82-86. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776
- 9) **Bilbokaitė R. (2009)**. Students' Search for Visual Scientific Information: Situation Analysis. *Information and Problems of Education in the 21st Century (Communication Technology in Natural Science Education – 2009)*. Vol. 16, p. 16-22. ISSN 1822-7864. Šiauliai: UAB „Šiaulių knygrišykla“.
- 10) **Bilbokaitė R. (2009)**. Visualization in Science Education: The Results of Pilot Research in Grade Ten. *Information and Problems of Education in the 21st Century (Communication Technology in Natural Science Education – 2009)*. Vol. 16, p. 23-29. ISSN 1822-7864. Šiauliai: UAB „Šiaulių knygrišykla“.
- 11) **Bilbokaitė R. (2009)**. Vizualizacijos 9–10 klasių gamtamoksliniame ugdyme lyginamoji analizė: pilotinio tyrimo rezultatai. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr.1 (22). ISSN 1648-8776 p. 12-16.
- 12) **Bilbokaitė R. (2009)**. Gamtamokslinių vadovėlių vizualizacijos dėka mokymosi procese: diagnostinio tyrimo rezultatai merginų grupėje. *Lyčių studijos ir tyrimai*. Nr. 7, p. 118-124. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1822-6310
- 13) **Bilbokaitė R. (2009)**. Vizualizacijos dėka merginų motyvacijai skatinti gamtamoksliniame ugdyme: diagnostinio tyrimo rezultatai. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 4, Issue 25, p. 91-96. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776.
- 14) **Bilbokaitė R. (2009)**. Kompiuterinė vizualizacija kaip kognityvinių procesų stimuliavimo priemonė gamtamoksliniame ugdyme. *Gamtamokslinis ugdymas/Natural science education*. Nr. 2 (25), p. 12-19.
- 15) **Bilbokaitė R. (2009)**. Kompiuterinė vizualizacija kaip edukacinė novacija mokyklose: teoriniai turinio aspektai. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 3, Issue 9, p. 7-18. Šiauliai: Lucilijus. ISSN 1822-4644.
- 16) **Bilbokaitė R. (2009)**. Vizualizacijos įtaka atminties ir dėmesio procesų aktyvinimui gamtamokslinio ugdymo procese: merginų nuomonės diagnostika. *Išvalgos*. Vol. 3 Issue 3, p. 79-86. Utenos kolegija. ISSN 2029-1639.

Scientific articles in the international Journals or scientific materials:

- 1) **Bilbokaitė R. (2011)**. Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. *Sviridov Readings*. Issue 6, p. 213-217. ISBN 978-985-518-428-8. Minsk: Belarusian State University Press.
- 2) **Bilbokaitė R. (2010)**. Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. *Sviridov Readings*. Issue 6, p. 213-217. ISBN 978-985-518-428-8. Minsk: Belarusian State University Press.
- 3) **Bilbokaitė R. (2011)**. Use of Physical Visualization in Education of Science, Geography and Mathematics. *Scientific papers University of Latvia. Chemistry: Science education*. Vol. 778, p. 28-33. ISBN 978-9984-45-424-5, ISSN 1407-2157. University of Latvia: Latvia.
- 4) **Bilbokaitė R. (2009)**. Science textbooks visualization of in the learning process: aspect of schoolchildren' Satisfaction With learning. *Development of science and technology education in central and eastern europe. 7TH ioste symposium for central and eastern europe*. P. 19-23. ISBN 978-9986-38-978-1
- 5) **Bilbokaitė R. (2009)**. The use of Computer based visualization in science classes: the aspect of students' interest in learning. *Development of science and technology education in central and eastern europe. 7TH ioste symposium for central and eastern europe*. P. 23-27. ISBN 978-9986-38-978-1
- 6) **Bilbokaitė R. (2010)**. The Usage of Computer Based Visualization in Education: Analysis of 10 Graders' Answers. *Scientiae et adulescentiae*. RPIVA:Riga. P. 122-127.

Materials of international and national conferences:

- 1) **Bilbokaitė R. (2009)**. Vizualizacija ugdymo procese: informacijos suvokimo aspektas. *Kolegijų vaidmuo šiuolaikiniame ugdymo ir darbo rinkos kontekste: respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga:[elektroninis išteklius]* ISBN 9789955859017 p. [1-5].
- 2) **Bilbokaitė R. (2009)**. Vizualizacija: teorinės reikšmės prielaidos matematikos mokyklos kontekste. *Veiksmingai dirbantis matematikos ir informacinių technologijų mokytojas - efektyvios pamokos vadybininkas, ugdytojas ir profesionalas: 6-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų*. P. 21-23.
- 3) **Bilbokaitė R. (2009)**. Mokinių motyvacija mokytis gamtos mokslų disciplinas: pilotinio tyrimo rezultatai. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2009*. P. 25-31. ISBN 9789955320692.
- 4) **Bilbokaitė R. (2009)**. The usage of computer based visualization in science education: the results of pilot research. *Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей*. Книга 2, С. 92-95. ISBN 978-985-498-189-5

- 5) **Bilbokaitė R. (2009).** The visual help of scientific illustrations in the textbooks during learning process: the results of pilot research. *Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей*. Книга 2, С. 92-95. ISBN 978-985-498-189-5.
- 6) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in chemistry: the results of pilot research in grade nine and ten. *Įvyku, Teotie A Praxe V Didactice Chemie: Research, Tehory and practice in chemistry didactics*. P. 221-229. ISBN 978-80-7041-827-7
- 7) **Bilbokaitė R. (2009).** The comparative analysis of usage of visualization in sex aspect: the results of pilot research. *Наука. Образование. Технологии – 2009. Материалы II международной научно-практической конференции*. 2009, С.177-179. ISBN 978-985-498-227-4
- 8) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in grade 9 in science education: the results of pilot research in comparative sex aspect. *Наука. Образование. Технологии – 2009. Материалы II международной научно-практической конференции*. 2009, С. 179-183. ISBN 978-985-498-227-4
- 9) **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija: merginų nuomonės diagnostinis tyrimas. *Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2. Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencijos straipsnių rinkinys*. P. 188-194. Kaunas KTU: Technologija. ISBN 2029-3224.
- 10) **Bilbokaitė R. (2009).** The Help of Visualization for Boys' Motivation Fostering in Science Education: The Results of Pilot Research. *DIVAI 2010 – Distance Learning in Applied Informatics – Conference Proceeding*. Nitra. May 4-6. P. 189-194. ISBN 978-80-8094-691-3.
- 11) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of concept map in higher education: possible categories of maps. *Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija "Ekonomikos, teisės ir studijų aktualijos 2009"*. P. 35-41. ISBN 978-9955-27-169-7. Kaunas.
- 12) **Bilbokaitė R. (2009).** Vaizdinio mąstymo reikšmė kūrybiškumo lavinimui. *Tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija "Menas, dizainas, meninis ugdymas: kūrybiškumo lavinimo metodai ir patirtys"*. P.80-85. ISBN 978-9955-27-172-7. Kaunas: KK.
- 13) **Bilbokaitė R. (2009).** Vaizdinis mąstymas kūrybinio proceso etapuose. *Tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija "Menas, dizainas, meninis ugdymas: kūrybiškumo lavinimo metodai ir patirtys"*. P.86-89. ISBN 978-9955-27-172-7. Kaunas: KK.
- 14) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymas chemijos pamokose: ekspertų nuomonės vertinimas *Respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga „Chemija mokykloje-2010“*. P. 14-18. KTU: Technologija, Kauna. ISSN 2029-2104.
- 15) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą skatinantys ir ribojantys veiksniai: geografijos mokytojų ekspertų vertinimas. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – XVI respublikinė mokslinė-metodinė konferencija*. P. 20-25. ISBN 978-9955-32-096-8.
- 16) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jos kitimo geografijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – XVI respublikinė mokslinė-metodinė konferencija*. P. 26-31. ISBN 978-9955-32-096-8.
- 17) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo fizikos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*. P. 47-51. Klaipėda: KVK. ISBN 978-9955-893-07-3.
- 18) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą fizikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*. P. 43-46. Klaipėda: KVK. ISBN 978-9955-893-07-3.
- 19) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą matematikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai. *Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio regimo dermė – respublikinės praktinės studentų konferencijos straipsnių rinkinys*. Kėdainiai: KK. P. 95-99. ISBN 978-9955-27-191-8.
- 20) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo biologijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio regimo dermė – respublikinės praktinės studentų konferencijos straipsnių rinkinys*. Kėdainiai: KK. P. 90-94. ISBN 978-9955-27-191-8.
- 21) **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos ribojimas ugdymo procese: pedagogų kompetencijos stokos aspektas. *Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė – tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos rinkinys*. Kaunas: KK [2010-04-08]. P. 73-76. ISSN 2029-4557.
- 22) **Bilbokaitė R. (2010).** Laiko valdymo kompetencija taikant kompiuterinę vizualizaciją socialinės tikrovės konstravimo kontekste. *Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė – tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos rinkinys*. Kaunas: KK [2010-04-08]. P. 147-151. ISSN 2029-4557.
- 23) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą biologijos pamokose skatinantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *Mūsų socialinis kapitalas – žinios – jubiliejinė 10-oji studentų mokslinė pranešimų medžiaga 2010*. Panevėžys: KTU. P. 37-40. [2010-04-21]. ISBN 978-9955-25-801-8.
- 24) **Bilbokaitė R. (2010).** Mokytojų kompiuterinės vizualizacijos valdymo įgūdžių svarba žinių visuomenės kontekste. *Internationale Konferenz „Konzept des einheitlichen europäischen interaktiven Programms ir der Kompetenzentwicklung von Padagogen“*. P. 61-71 [2010-03-24].

- 25) **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of visualized scientific content for activation of cognitive processes: the results of pilot research. Proceedings of ICERI 2011 conference. P. 005602-005606. CD. ISBN 979-84-615-3324-4. [2011-11-14/16]
- 26) **Bilbokaitė R. (2012).** The Use of Computer Based Visualization in Near Science Education Future. EDULEARN12: 4th International Conference on Education and New Learning Technologies, [July 2nd-4th, 2012, Barcelona, Spain]. Conference Proceedings [Elektroninis išteklius CD-Rom]. ISBN 97884695 p. 1871–1874.

Papers read at national and international conferences:

1. **Bilbokaitė R. (2012).** The Use of Computer Based Visualization in Near Science Education Future. EDULEARN12: 4th International Conference on Education and New Learning Technologies, [July 2nd-4th, 2012, Barcelona, Spain].
2. **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of visualized scientific content for activation of cognitive processes: the results of pilot research. Pasaulinė konferencija ICERI 2011, Madridas (Ispanija) [2011-11-14/16].
3. **Bilbokaitė R. (2011).** Use of Physical Visualization in Education of Science, Geography and Mathematics. VIII IOSTE Simpoziumas Centrinei ir Rytų Europai. Ryga (Latvija). [2011-11-30/2011-12-03].
4. **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of Visualized Scientific Content for Activation of Cognitive Processes. Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija „ICT in natural Science Education – 2011“. [2011-11-09/12]. Šiauliai (Lietuva).
5. **Bilbokaitė R. (2011).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
6. **Bilbokaitė R. (2011).** Popierinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
7. **Bilbokaitė R. (2011).** Fizinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
8. Lamanauskas V., **Bilbokaitė R. (2011).** Gamtamokslinių dalykų vertinimas: Baltijos šalių moksleivių pozicija. Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – 2011. XVII nacionalinė mokslinė-praktinė konferencija straipsnių rinkinys. [2011-04-29/30] Vilnius (Lietuva).
9. **Bilbokaitė R. (2010).** Turinio žemėlapis aukštojo mokslo studijose: studentų žinių tikrinimo metodas. Respublikinė mokslinė konferencija „*Studijos šiuolaikinėje visuomenėje*“. [2010-02-25]. Šiauliai. Pažymėjimo nr.
10. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: dėka terminų ir sąvokų suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „*Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį*“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
11. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: dėka geometrijos suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „*Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį*“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
12. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: dėka objektų savybių ir procesų suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „*Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį*“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
13. **Bilbokaitė R. (2010).** Mokytojo kompiuterinės vizualizacijos valdymo įgūdžių svarba žinių visuomenės kontekste. Tarptautinė konferencija „*Vieningos europinės interaktyvios kompetentingumo programos koncepcija profesijos mokytojo/praktikos vadovo kompetencijų tobulinime*“. [2010-03-24]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo nr. 2880.
14. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo kitimas: chemijos mokytojų ekspertų vertinimas. Respublikinės mokslinė-praktinė konferencija „*Chemija mokykloje-2010*“. [2010-03-30]. Kaunas (Lietuva).
15. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymas chemijos pamokose: ekspertų nuomonės vertinimas Respublikinės mokslinė-praktinė konferencija „*Chemija mokykloje-2010*“. [2010-03-30]. Kaunas (Lietuva).
16. **Bilbokaitė R. (2010).** Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. 5th International Conference on Chemistry and Chemical Education „*Sviridov Readings – 2010*“ [2010-04-07]. Minskas (Baltarusija).

17. **Bilbokaitė R. (2010).** Факторы, ограничивающие использование визуализации: оценка мнения экспертов – учителей химии. 5th International Conference on Chemistry and Chemical Education „*Sviridov Readings – 2010*“ [2010-04-07]. Minskas (Baltarusija).
18. **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos ribojimas ugdymo procese: pedagogų kompetencijų stokos aspektas. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „*Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė*“. [2010-04-08]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
19. **Bilbokaitė R. (2010).** Laiko valdymo kompetencija taikant kompiuterinę vizualizaciją socialinės tikrovės konstravimui. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „*Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė*“. [2010-04-08]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
20. **Bilbokaitė R. (2010).** Klasikinės ir postmodernios paradigmos raiška studijų procese: studentų nuomonės vertinimas socialinės krypties fakultetuose. [2010-04-08]. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „*Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė*“. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
21. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą biologijos pamokose skatinantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *10-oji studentų mokslinė praktinė konferencija „Mūsų socialinis kapitalas – žinios*“. [2010-04-21]. Panevėžys (Lietuva).
22. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą skatinantys ir ribojantys veiksniai: geografijos mokytojų ekspertų vertinimas. *XVI nacionalinė mokslinė konferencija seminaras „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2010*“. [2010-04-23-24]. Anykščiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 10-35.
23. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo geografijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *XVI nacionalinė mokslinė konferencija seminaras „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2010*“. [2010-04-23-24]. Anykščiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 10-35.
24. **Bilbokaitė R. (2010).** The visualization help for boys in separate science education learning process: the results of diagnostic research. *International conference “DIVAI 2010 – Distance Learning in Applied Informatics*“. [2010-05-4-6]. Nitra (Slovakia).
25. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo biologijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Respublikinė praktinė studentų konferencija „Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio rengimo dermė*“. [2010-05-12]. Kėdainiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1938.
26. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą matematikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai. *Respublikinė praktinė studentų konferencija „Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio rengimo dermė*“. [2010-05-12]. Kėdainiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1938.
27. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą fizikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *Respublikinė mokslinė praktinė konferencija „Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*“. [2010-05-13]. Klaipėda. (Lietuva). Pažymėjimo Nr. SPE33-175.
28. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo fizikos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Respublikinė mokslinė praktinė konferencija „Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*“. [2010-05-13]. Klaipėda. (Lietuva). Pažymėjimo Nr. SPE33-176.
29. **Bilbokaitė R. (2010).** The Visualization Help for Girls in Separate Science Education Learning Process: the Results of Diagnostic Research. *International Young Scientists Conference*. [2010-04-29]. Šiauliai (Lietuva).
30. **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymas ugdymo procese: reikšmė būsimų mokytojų kompetencijoms. *Tarptautinė mokslinė konferencija „Sistemoteorinės profesinio rengimo kaitos dimensijos*“ [2010-05-28]. Kaunas. (Lietuva). Registracijos Nr. SK 1109.
31. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in chemistry: the results of pilot research in grade nine and ten. International scientific conference “*Іззку, Теотіе А Прхе V Didactice Chemie: Research, Tehory and practice in chemistry didactics*“. [2009-09]. Hradec Krylove (Čekija).
32. **Bilbokaitė R. (2009).** The comparative analysis of usage of visualization in sex aspect: the results of pilot research. *Международная научно-практическая конференция „Наука. Образование. Технологии – 2009*“. [2009-09]. Baranovičiai (Baltarusija).
33. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in grade 9 in science education: the results of pilot research in comparative sex aspect. *Международная научно-практическая конференция „Наука. Образование. Технологии – 2009*“. [2009-09]. Baranovičiai (Baltarusija).
34. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of computer based visualization in science education: the results of pilot research. *Международная научно-практическая конференция молодых исследователей*. [2009-05] Baltarusija.
35. **Bilbokaitė R. (2009).** The visual help of scientific illustrations in the textbooks during learning process: the results of pilot research. *Международная научно-практическая конференция молодых исследователей*. [2009-05] Baranovičiai (Baltarusija).
36. **Bilbokaitė R. (2009).** The Visualization Help for Nine Graders in Separate Science Education Learning Process: the Results of Diagnostic Research. „*V Starptautiskā Jauno zinātnieku konference (5th International Young Scientists' Conference)*“. [2009-12-10]. Ryga (Latvia).

37. **Bilbokaitė R. (2009).** The Help of Visualization for Activation of Attention in Science Education: the Diagnostics of Nine Grader's Opinion. „*V Starptautiskā Jauno zinātnieku konference (5th International Young Scientists' Conference)*“. [2009-12-10]. Ryga (Latvia).
38. **Bilbokaitė R. (2009).** Visualization as method for effective education in heterogeneous group in science education. „*SOCIĀLĀ PEDAGOĢIJA: IZGLĪTĪBAS UN SOCIĀLĀS VIDES MIJIEDARBĪBAS SOCIĀLĀ PEDAGOĢISKĀS ASPEKTS*“. [2009-12-04]. Liepoja, (Latvia).
39. **Bilbokaitė R. (2009).** 15-16 Years Old Students' Self Evaluation of Their Knowledge of Nature Science: Results of a Pilot Research in Latvia and Lithuania. *Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija "Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2"*. [2009-10]. Kaunas (Lietuva).
40. **Bilbokaitė R. (2009).** Science textbooks visualization of in the learning process: aspect of schoolchildren' Satisfaction With learning. *7TH ioste symposium for central and eastern europe Development of science and technology education in central and eastern europe*. [2009-06]. Šiauliai (Lietuva).
41. **Bilbokaitė R. (2009).** The use of Computer based visualization in science classes: the aspect of students' interest in learning. *7TH ioste symposium for central and eastern europe. Development of science and technology education in central and eastern europe*. [2009-06]. Šiauliai (Lietuva).
42. **Bilbokaitė R. (2009).** Students' Search for Visual Scientific Information: Situation Analysis. *International scientific conference „Communication Technology in Natural Science Education – 2009“*. Šiauliai (Lietuva).
43. **Bilbokaitė R. (2009).** Visualization in Science Education: The Results of Pilot Research in Grade Ten. *International scientific conference „Communication Technology in Natural Science Education – 2009“*. Šiauliai (Lietuva).
44. **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos privalumai mokymosi paradigmos kontekste. *Tarptautinė mokslinė konferencija „Socialinis pedagogo vaidmuo: realybė ir lūkesčiai“*. [2009-10]. Vilnius (Lietuva)
45. **Bilbokaitė R. (2009).** Gamtamokslinio ugdymo Turinio vizualizacijos reikšmė Kognityviniams procesams: pilotinio tyrimo rezultatai. *Tarptautinė mokslinė konferencija „Technologijos mokykloje ir gyvenimo išgūdių ugdymas. Aktualijos ir problemų sprendimai“*. [2009-10]. Vilnius (Lietuva).
46. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija ugdymo procese: informacijos suvokimo aspektas. *Respublikinė mokslinė konferencija „Kolegijų vaidmuo šiuolaikiniame ugdymo ir darbo rinkos kontekste: respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga“*. [2009-02]. Šiauliai (Lietuva).
47. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija ugdymo procese: kai kurie dabartinių tendencijų aspektai. *Respublikinė metodinė-praktinė konferencija „Ugdymo proceso turinimas edukacinėmis naujovėmis“*. [2009-01]. Šiauliai (Lietuva).
48. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacijos 9–10 klasių gamtamoksliniame ugdyme lyginamoji analizė: pilotinio tyrimo rezultatai. *Lietuvos universitetų edukologijos krypties doktorantų ir jų mokslinių vadovų konferencija „Tarpdisciplininii tyrimų link“*. [2009-03]. Šiauliai (Lietuva).
49. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija: teorinės reikšmės prielaidos matematikos mokymo kontekste. *Respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Veiksmingai dirbantis matematikos ir informacinių technologijų mokytojas - efektyvios pamokos vadybininkas, ugdytojas ir profesionalas: 6-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų“*. [2009-02]. Šiauliai (Lietuva).
51. **Bilbokaitė R. (2009).** Mokinių motyvacija mokytis gamtos mokslų disciplinas: pilotinio tyrimo rezultatai. *Nacionalinė mokslinė konferencija „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2009“*. [2009-04]. Kėdainiai (Lietuva).
50. **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija: merginų nuomonės diagnostinis tyrimas. *Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija "Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2"*. [2009-10]. Kaunas (Lietuva).
51. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of concept map in higher education: possible categories of maps. *Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija "Ekonomikos, teisės ir studijų aktualijos 2009"*. [2009-11]. Kaunas (Lietuva).

Structure and Volume of the Dissertation.

The dissertation consists of an introduction, explanations of concepts, 3 sections, a discussion, conclusions, recommendations, the list of references and annexes.

The results of the dissertation research are illustrated by 72 figures and 31 tables. Total volume of the dissertation is 248 pages (without annexes). The dissertation makes reference to 756 literature sources. Annexes are in the CD, which contain examples of research instruments, results of statistical calculations of quantitative research data.

PSYCHOEDUCATIONAL MODEL OF APPLYING VISUALISATION IN SCIENCE EDUCATION

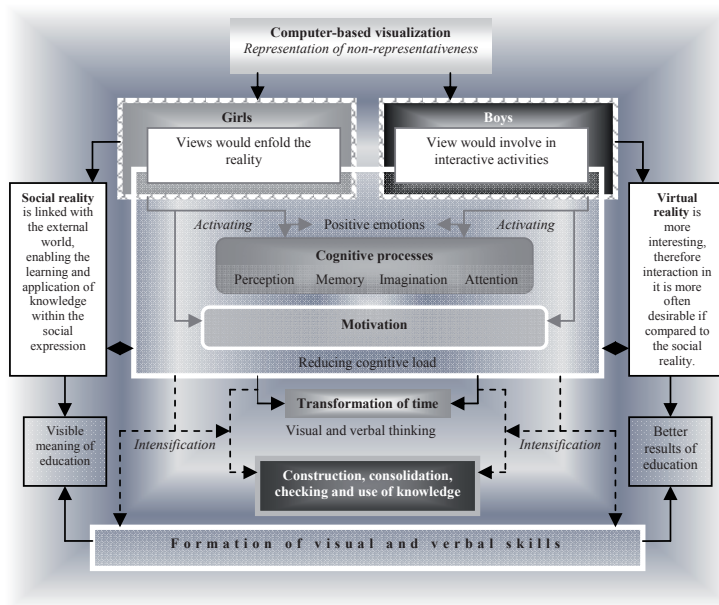


Figure 2. Psychoeducational model of applying visualisation in science education
(constructed by the author)

Under theoretical and empirical data analysis the model was formed (figure 2), revealing psycho-educational factors of applying visualisation in the science education. The picture scheme would ideally be suitable for multidimensional visualisation, which can be characterised by the high interactivity and simulation possibilities. During application of this model, the computer-based visualisation would activate cognitive processes of all students - perception, attention, memory and imagination. The process of understanding, if managed more actively, would contribute in understanding complex and invisible information, which is in this case revealed as the visual and more easily decoded. Correct mental models would be constructed within consciousness, which are to be assimilated or adapted under the interaction of the Subject with artefact during the life-long learning. Under such circumstances the correct information would remain in the memory, which could be used by the learner in learning further topics.

Computer-based visualisation, as the interactive artefact, would positively affect the learning motivation for students as well as their independent learning – then the complex science education information becomes simpler and more understandable, revealed topics become more interesting for students, encourage students to recognise objects deeper and to link them with studied topics. It is also expected that the effect of computer-based visualisation is to be noticed upon the reduction of cognitive learning load – if externalised

visual representations activate cognitive processes and the verbal information is matched to the visual, there is a big possibility that the learning load will be reduced. When the student intensively interacts with verbal and visual information, visual and verbal thinking will be developed and therefore the possibility that correct dual (visual and verbal) models, ensuring better learning results, will be formed in the consciousness increases. It would also possibly affect the greater learning motivation and positive emotions, helping to form conditions, encouraging the content of science education.

The weaker learning motivation is characteristic to girls; they more rarely link their future with complex disciplines and assess computer technologies as aids for the implementing epistemic aims. For girls, on the contrary to boys, the social reality is the base to recognise other things, therefore externalised visual representations could contribute in revealing invisible phenomenon, which could be identified as parts of our world. There is a great possibility, that girls, when observing the visualised information, will link it with the real life, social reality and their own subtle world. Girls more than boys express the need for innovative, interactive lessons of science education and therefore application of computer-based visualisation would contribute in forming necessary conditions therefore ensuring internalisation of external visual representations, useful for stimulation of motivation and avoidance of epistemic limitedness. As far as boys more often than girls are interested in computer technologies, and interact with them more often within educational, home and free time environments, need for their virtual realities is obviously higher and therefore externalised visual representations could motivate learners even more to recognise subjects in science education more, to get concentrated during lessons and to get ready for them at home.

Within the context of postmodern learning paradigm, where multimodal visual artefacts would be applied the most efficiently, the role of the teacher could be realised by applying visualisation during lessons: the pedagogue would reveal himself / herself as the organiser of the educational process, manager, consultant, advisor, instructor and the learner, not afraid of challenges and learning together with students. The teacher would become freer from speaking – he / she would comment the exposed images, interpret texts and link verbal information with visual one by revealing knowledge, relevant to the own experience, supplementing externalised external representations by own interpretations. The pedagogue would consult students, would activate, encourage and psychologically prepare for the learning. The student could control the process of learning, because he / she would be able to select the number of times the visualisation is invoked, the way of learning as well as the amount of efforts. Hereby free conditions from the point of time will be created – this is the brand new aspect of learning, because within the classical paradigm the time is more limited and defined by the teacher's control. Externalised visual representations would help the student to learn complex issues more independently, to repeat them by reviewing the material at home or after lessons at school therefore forming conditions, activating the intentionality of consciousness that gradually form the feeling of self-assurance. Under favourable conditions the learner would learn to find information, e.g. within the free time environment, to memorise and review it for the consolidation of knowledge – this all would enable the subject to feel the higher responsibility for own achievements.

The time limitedness to apply computer-based visualisation, as innovation, during lessons causes the regression of the possible competencies' development for some

teachers as well as the tension of consciousness and ignorance of innovations as aids, effecting the education. This is especially characteristic to teachers, who work under the classical paradigm. In this case it is important that teachers want to apply innovations and strive for them during lectures – this would not only increase the usefulness of the lesson, but would contribute to the gradual transfer to the postmodern paradigm. Teachers of Biology, Chemistry, Physics, Mathematics and Geography, after assimilation of the realisation of postmodern paradigm, should strive to manage the technology of applying visualisation more actively, which ensures the possibility to manage time and to perceive its transformations as routine in everyday life. According to this, application of visualisation, as innovation, needs endeavours and wish of teachers as well as good technological conditions and generally formed provision that externalised visual artefacts will help to realise aims for students and teachers.

DISCUSSION

Presentation of the world of science education, as the objective one, for subjects form premises by the externalised visual representation of various dimensionalities and multimodalities for the elimination of epistemic limitedness by revealing complex, invisible phenomenon and objects within educational process. Ontologically, visualisation helps the teacher to realise the learning paradigm; educationally – multimodality helps the educator to differentiate and individualise the educational content and to adapt it to students with heterogenous needs by orienting not to the discursive only, but also to the visual transmission of information; psychologically – externalised visual artefacts form premises for the development of visual thinking by causing the regress of the Subject's consciousness for the sake of the process of cognition, when the understood images are linked with the verbal information and therefore correct dual mental models are formed in the consciousness. Theoretically it supposes ideal conditions for the life-long learning of the Subject with success, for individual and social, or with the help of the artefact, construction of the cognition of objects of science education. In such situation the teacher become free from excessive speaking – he / she comments exposed multimodal images, interprets texts and links the verbal information with the visual one, revealing knowledge, characteristic to his / her experience, giving own interpretations.

Disciplines in science education have the logics of the consistent learning / teaching, under which every student must thoroughly learn conceptions, facts and other things, linked to the knowledge, in order to understand the lesson. In case the student does not know conceptions or if their application is not correct, it means he / she would experience learning difficulties in future topics, because failure to learn conceptions will influence lack of concentration and understanding. When there is no information in the memory, which could be used, knowledge, gained during the learning is a cursory acceptance of information without any feedbacks. Often students learn information by heart, however facts are placed in the short-term memory and therefore information is easily forgotten without repetitions. This is confirmed by researches, which revealed *factors, aggravating the process* of learning: problems of operation of psychical processes and topic assimilation, lack of necessary skills. According to the conceptual ontology of visualisation, as the artefact, analysed in the theoretical part of the Dissertation, it is possible to state that the main problems of science education are linked with unrepresentativeness of objects, which may be represented within the context of postmodernism by strengthening link of the Subject with the object. Unclear presentation of invisible objects and phenomenon after application of verbal representations or rarely applied real and paper visual representations leads to the understanding of topics and on the base of theory of dual coding (Paivio, 1986; 2006) as well as the theory of mental models (Johnson-Laird, 1983; Adbo, Taber, 2009; Park, Light, 2009) it affects the lack of the presented knowledge, work and epistemic practice within the context of the cognitive constructivism as well as the poor learning motivation and stereotypes, dominating the consciousness, that science education is too complicated. On theoretical and empirical levels, after the main participants of the educational process expressed their attitude, it was identified that visualisation for students in 9–10 forms could help for the management of cognitive processes as well as the learning motivation. Similar results are confirmed by works of other scientists: (Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul, Cansu, 2010; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Barat, 2007 and etc.). Images help forming visual mental models (Rapp, 2005; Franco, Colinvaux, 2000; Carmichael, 2000) combining them with verbal models

(Hodes, 1994). Such changes in the consciousness help the student to understand complex information, because it is possible to see objects in the mind, which are analysed on theoretical level. Therefore the clearer image of the object is formed and the information is perceived correctly. Within realisation of the principle of constructivism (Nezvalova, 2008; Papayannakos, 2008), the learning with visual artefacts would be consistent – by assimilating or adapting the newly gained information gradually would help in formation of correct mental models, cognitive processes would be activated and factors, limiting the learning would be at least partially eliminated; the mentioned would influence the more effective process of science education.

However, it is important, that *premises of epistemic elimination are the most possible* by applying *interactive multimodal – multidimensional visualisation*, which performs the role of the artefact, which encourages thinking and includes into the learning activity more than other types. International context of researches in this sphere reveals (Al-Balushi, 2009; Locatelli, Ferreira, Arroio, 2010; Homer, Plass, 2010 and etc.) that concrete programmes of visualisation are especially effective and are assessed by teachers and students as significant ones. However in the context of Lithuania teachers rarely apply innovative educational technologies, because there is a lack of concrete data about the effect of applying programmes of computer-based visualisation in 9–10 forms on the learning. After applying the constructed research instrument, which analyses attitude of teachers and students about effect of applying visualisation on the learner, it is possible to verify the effect of concrete aids. Within gradual entrench of educational paradigm, oriented towards the student and after schools source appropriate aids, experiments could be implemented on scientific and practical levels, which would give information about the effect of some concrete computer-based visualisation on the learner in the changed environment. This would help defining not only the effect of some concrete aids, but also in forming their ratings, presenting recommendations of authors of aids and therefore developing the process of science education constructively.

According to the attitude of girls, they more than boys believe that *visualisation helps in activation of cognitive processes and encourages the learning motivation*. Similar differences on the aspect of gender are analysed and interpreted also in theoretical part of the Dissertation: the learning motivation of girls as well as cognitive processes are poorer exposed than in boys, they interact with computer technologies more rarely and therefore it is important for them that visual artefacts should get the reality of science education closer to the social reality. Meanwhile boys, even if more passive during lessons in 9–10 forms, more often interact with ICT and like to get included into virtual environments. Such differences between genders can be explained by the fact that girls choose professions in science education more rarely in future (Page and etc., 2009; Koul and etc., 2011; Britner, 2008; Ceci Williams, 2007; Scantlebury, Baker, 2007) and therefore their wish to learn at school is linked with the duty or other social and self-identification aspects that activate processes of abstract and visual thinking weaker. It is also possible to state that due to some appropriate attitude towards professions, the majority of girls do not choose subjects in science education in higher grades, because they do not think that they would be useful in future. The social attitude is formed that girls should better select professions in spheres of humanities or some social professions, because subjects in science education are more difficult for them than for boys (Quinn, Lyons, 2011). However such social attitude can be based on stereotypes that are not scientifically based – it is possible that girls simply lack experience to understand abstract things (e. g. the vehicle engine) that are well understood by boys from the childhood, because they were interested in that, they were observing such

objects and even tested them by performing different actions. Therefore visualisation, as it have already been conceptualised in the theoretical part of the Dissertation, epistemically can help girls to gain the visual experience that boys have due to historical factors of social environment. Externalised visual representations would help to reveal invisible objects and therefore would get them closer to reality, which is linked with the social reality by girls. It is important to analyse philosophical, social, psychological and educational reasons of similarities and differences of interaction of both genders with concrete visual artefacts as well as consequences in concrete environments and situations with orientation towards identification of features of cognitive processes and motivation management. It is especially important to verify empirically if cognitive processes of girls under similar conditions operate weaker if compared to boys, because results of the Dissertation researches represent the attitude of respondents only, which may have been affected by anthropological, social and psychological factors and would also reflect the result of self-perception of girls as the weaker gender. It would give more thorough information about individually and socially constructed aspects of educating different genders, under which it would be possible to improve educational content and upon the need – to differentiate it expecting respectively planned and scientifically modelled effect results.

Researches indicated that *boys more than girls are looking for visualisations* in internet. It can be explained by scientific evidence – representatives of this gender more often than the girls interact with ICT, have more necessary skills, gain them more rapidly, have a greater trust in oneself, and prefer the free time of this type. Verification research revealed that boys more often use internet and are looking for visual educational artefacts there, because they try to realise their compensational function, i.e. to get the necessary knowledge in a more fast way and to gain skills, they haven't gotten in school due to inappropriate behaviour and lack of attentiveness for the content of the lesson. It was also defined that boys *versus* girls in the free time environment apply visualisation more often due to the expressed consumer link with artefact – ritual / hedonistic function is realised in such way, which is explained within boundaries of the constructing social reality – ICT are the main attributes in everyday life that are liked, used and interested in. The research results revealed interaction of boys from 9–10 forms with the visual artefact, notionally appearing in the everyday reality. Interaction was defined in abstract, notional (apparent) situations therefore it is not clear if implementation of additional surveys would reveal similar results under concrete conditions. Within continuation of surveys it would be worth defining what concrete visualisations are looked for in the internet by boys, what are characteristics of such visualisations (colours, dimensionality, level of representativeness, status, interactivity, level of abstractedness and etc.) and what are the concrete motives of searches (are they linked with some concrete lesson, homework, personal issues and etc.), how the interaction with visualisation affect processes of independent learning within various educational environments. Response to these questions would allow more thorough prognostication and modelling of effect of applying new computer-based visualisations on boys within the context of realising paradigm, oriented towards the student.

Lithuanian teachers mostly apply real and paper visualisations of educational paradigm within educational reality. Computer-based visualisation is applied the most rarely and its application depends upon the working experience – teachers, who have been working in schools for a shorter period of time apply visualisation more often if compared to teachers, who have been working in school longer – they limit their usage. Pedagogues, working under traditional methods are used to applying the real visualisation and do not seek for the application of any innovations. Representatives of the latter group, when required

to apply the computer-based visualisation, lack time during lessons. It was defined, that the lack of time, experienced by teacher within the educational process limit application of the computer-based visualisation and teachers are created regressive conditions for the development of the time management competencies in the social reality. This can be explained following the theory of social reality construction, positioning the structure, which gives a sense to human life within the dimension of time, because many people experience it differently, subjectively, according to various levels of timelines (Berger, Luckman, 1999). Structure of the lesson time forms different tensions of consciousness for educators and therefore for those, who are following the classical paradigm of teaching, possibilities of the computer-based visualisation are not relevant; they are treated as worthless or harmful from the point of the time limiting, causing disorientation in operations of planned activities during lessons. The latter influences destructive rejection of innovation as the correct attribute of everyday life, protecting elements of the conventional time structure. The forced (Berger, Luckman, 1999) nature of time within the context of the social reality construction explains why pedagogues lacking the time management competences avoid applying the computer-based visualisation: inability to apply ICT causes high tensions of consciousness and effect rejection of artefacts as the only possible way for the elimination of the negative irritant, limiting the effective operation within the traditional space of time. Existence of the conventional reality without innovations eliminates possibilities of progress by transition to the higher level of consciousness and lesson efficiency. It explains the different perception of time of some pedagogues as well as their ability to manage situation: for some of them computer-based visualisation is the obstacle for the effective operation during lessons, because the lack of time and ICT management competences is experienced; for others, the computer-based visualisation forms favourable conditions of development and saving time for activities that make factors of the educational process more effective and increasing their indicators. The subjective perception of time differentiates pedagogues in their professional activity and, as it can be observed from the survey, divides them into two groups.

Scientific literature states that the educational process will be especially modernised (Anderson, Groulx, Maninger, 2010; Anderson, Maninger, 2007; Birch, Irvine, 2009; Chen, 2010; Niederhauser, Perkmen, 2008; Smarkola, 2007; Wu, Chang, Guo, 2008; Maddux, 2008; Maddux, Johnson, Willis, 2011; Maddux, Johnson, 2011; Maddux, Liu, Li, Sexton, 2011). According to this, it was defined that the questioned pedagogues also predict the progress of applying computer-based visualisation in future, and it affects the advantage of theoretical scientific and practical implications enabling the premise that researches of applying externalised visual artefacts within science education are and will be relevant in future. Considering the future, the Dissertation research results and the constructed model application of concrete aids of visualisation should be verified during lessons by forming questions if the similar positive factors exist in different classes, groups of students with different skills as well as on heterogenous aspects of gender, learning needs, educational environments and activities. Results of new researches would form the base following the evidence for conceptual development of application of visualisation within science education on scientific and practical levels by constructing educational process within the context of the paradigm, oriented towards the student.

CONCLUSIONS

Conclusions of the theoretical context of the Dissertation

- Visualisation is indivisible from the image ontogenesis – the natural origin, which encouraged appearance of multidimensional and multimodal externalised visual artefacts. The image ontogenesis has been progressing by forming intentionality of the human consciousness for the more complex future of meta-culture, where the Subject understands and assimilates greater amounts of information in a more simple way and also constructs own knowledge, eliminates epistemic limitations. Visualisation, within the context of postmodernism, changes the traditional relation of the Subject with the image, i. e. deconstructed and reconstructed limit between the object and the Subject and therefore interaction of the learner with interactive externalised visual representations is becoming stronger. Perfection of images, representing unrepresentativeness (invisibility) encourages need to recognise them as the general information, equal to the verbal one. Visual artefacts give possibility for the learner to select the most important elements from the information chaos and to combine them into the unity, encourage understanding and managing of synergic process. Internalisation of the external visualisation is performed cyclically by the gradual construction of models and combining them with the verbal information and therefore synergic explanation of the artefact substantiates its impermanence, variety of dimensions, change within the context of educational transformation and progress of science. Globalisation gives a sense to the homogenised revelation of externalised visual representations as the simply understood for students with different skills, scientific ideas about objects of science education to whom are transmitted in generalised form. Globally systematised and easily accessed visualisation approaches learners from various cultures and different learning levels towards homogenised understanding of the world, where information and knowledge interacts with Subjects, are constantly renewed and supplement each other. The idea of globalisation, holistically joining factors of the educational process and its real expression form stimulus for teachers to seek for development possibilities – to integrate various innovations, combined with computer-based multimodal visualisation, to learn their management thus saving time and changing the traditional role to the one of consultant, advisor, moderator upon transformations of educational process.
- Status of externalised visual representations can be divided into the real and meta (supposed). The real status in various levels (Macro, sub-micro) reveals objects and processes, existing in the natural environment that can be observed with a naked eye. Meta-status in Macro level reveals artefacts, given as the really exiting ones (virtual, supplemented reality, simulations) therefore their dimensionality is not lower than 2D. Visual representations of Sub-micro level of Meta-status are externalised by aids of the generally objectivised 2D – 3D codes – graphs, diagrams, photos and etc., while in the symbolic level – by symbols (marks, abbreviations, equations). Various representation visualisation for complex phenomenon and objects are applied in educational reality and can be classified to real (real materials and things), paper (posters, schemes, photos, pictures, printed maps) and computer-based (internet, virtual spaces, simulations, interactive boards and etc.). The latter aids are characterised by multidimensionality and multimodality, therefore their application forms favourable premises for learning / teaching within construction of students' knowledge and deepening of their skills in lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and

Mathematics. The use of the conception of visualisation in scientific works during the period 1990–2011 was rising every year by 15-30%, according to the concrete aid and discipline (the conception was the most often used in publications within the sphere of Mathematics, Geography, Physics while the least – Biology). The most progressive stress was observed in multidimensional and multimodal computer-based visualisation in the internet environment of the subject of Physics – the number of using the conception during the mentioned period increased over 80 times.

- Advantages of externalised visual representations are revealed by the effect on cognitive processes of subjects, visual and verbal thinking, learning motivation and positive emotions within premises of realising cognitive constructivism. Application of multi-modal and multi-dimensional visualisation in lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics form socially constructed premises for the creation of knowledge and information in the consciousness of learners as well as for confirmation of skills and knowledge and review, for the formation of verbal and visual skills. Application of visualisation within educational reality forms premises for activation of cognitive and social factors, which affect the more qualitative educational process, more collegial relations between the teacher and the student, more free, creative and interesting educational environment. The revealed advantages can be homogenously used for the learning / teaching of all students, although heterogeneous peculiarities exist: learning achievements and motivation girls *versus* boys in science education are lower, the future is less often planned with Chemistry, Physics and Mathematics, interaction with computer technologies is lower and the need for the computer is oriented towards implementation of epistemic aims, what is controversy for boys, seeking for the virtual space as the attribute of the everyday social life. Within realisation of the constructivistic paradigm, computer-based visualisation may be used for the development of cognitive skills and improvement of motivation of both genders – socially interesting educational environments would be developed for boys, while epistemically attractive – for girls.
- Within the context of the psychological discourse, application of visualisation could affect the management (stimulations) of cognitive processes of the Subject – together with the artefact of external multimodal and multidimensional externalised representations, linked with the verbal presentation of information, complex and invisible phenomenon and objects could be understood easier and faster with more concentration. Within this process, students would more precisely imagine the accepted information in the form of correct mental models of the dual coding, would longer keep it their minds. Visualisation as the mediator in eliminating epistemic limitedness, by activation of understanding, memory, attention and imagination, should encourage the learning motivation, because during interaction of the visual artefact with the student interesting, timely educational activities and environments are created, having an influence on the gaining correctly understood and deeply assimilated personal experience and also expanding the possibility for the social reality construction.

Conclusions of empiric research of the Dissertation

- Students in 9–10 forms experience learning difficulties in subjects of science education due to limitedness of activity of cognitive processes (perception, attention, memory and imagination), which are defined as reasons for not understanding things. The latter include problems of presenting (revealing) topics of lessons – indefinite exposition of invisible objects and things by aids of visual representations, there is a

lack of visualisations, facilitating activity of cognitive processes. Lack of the necessary knowledge, experience and practice, low learning motivation and stereotypes dominating within the consciousness that science education is too complicated also limit the successful learning of students. Externalised visual representations are given to students in an objectivised manner during lessons of science education, may serve as aid for eliminating epistemic limitedness, necessary for badly assimilated and / or all topics to activate cognitive processes, to encourage the leaning motivation and independent practice not only in classrooms, but also in the home environment (especially when spending the free time in internet). Then complicated phenomenon and objects would become clearer, more liked with the real life and forms of its cognition.

- According to results of the attitude of teachers experts, it is identified that in disciplines of science education, classical visualisation methods and ways, presenting educational information, dominate, the usage of which during the last five years had a tendency to decrease and as it is planned – it is about to decrease in future. After the settlement of constructivistic educational paradigm in the consciousness of Subjects, teachers will apply more effective multidimensional externalised visual representations, the lack of which in nowadays situation is influenced by the poor material base of schools, incompetency of teachers to use computer technologies, lack of consultants in the current sphere, negative attitude of representatives of the school towards innovations. Pedagogues stress, that application of professionally prepared (perfect, differentiating educational content, lowering the workload, adapted to independent learning of students and corresponding to the content and topics of comprehensive schools) visual artefacts in the Lithuanian language in educational process is relevant due to possibilities to activate cognitive processes of students, their learning motivation, to form the stronger feedback coupling and more favourable educational conditions.
- According to attitude of students in 9–10 forms who homogeneously identified the necessity of visualisation, as the artefact mediator in some particular subject, activity of cognitive processes is becoming more active: complex and abstract information is assimilated in a more easy and rapid manner, concentration is maintained for a longer period of time as well as concentration towards the educational content, unseen object, which have previously been represented by verbal codes and their interrelations, are imagined, the learnt material is kept in the long-term memory. Application of externalised visual representations in science education stimulate the learning motivation of students in 9–10 forms (according to their opinion): the wish to get deeper knowledge in the content of subject topics is growing, as well as to look for additional information about objects of science education, to be more active and to get included into activities of lessons more interactively. Visualisations would possibly ease independent work processes of students, linked with the realisation of practical knowledge – learners would easier adapt knowledge in various theoretical and practical accountable activity.
- According to the opinion of Lithuanian teachers, application of the *real* visualisation has not changed a lot during the last five years; it has become more often the most in lessons of Mathematics, Physics and Biology; however frequency changes for the period of next five years is not predictable. Real aids of visual representations within the educational process are heterogonously applied by the population of teachers with a solid teaching experience according to disciplines (the board by mathematicians, prototypes by physics, experiments by chemists and biologists). *Paper* visualisation

within the work practice is applied by half and less respondents heterogeneously by disciplines (schemes, graphs and geometric shapes by mathematicians, graphs by biologists, maps by geographers). During the last five years change of applying this externalised visual representation within educational reality has been observed for some aids only by applying them in heterogeneous groups of pedagogues, subject to the working experience – teachers, working for the shorter period of time in schools apply artefacts, represented in paper more often than their colleagues with the greater working experience. The progress of using posters, photos, different schemes in lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics is planned in the nearest future. *Computer-based* visualisation is applied the most rarely from all other types, however its application has been in the greatest progress for the last five years if compared to others: teachers started using internet webpages, experiments in the computer screen and various schemes during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics. On some aspects application of multimodal and multidimensional externalised visual representations differs: teachers with the greatest working experience limit their application; teachers of Biology and Geography apply many types of these aids in educational process more than teachers of Chemistry, Physics and Mathematics. Progressive application of computer-based visualisation (especially internet webpages, interactive boards, slides) is planned in the nearest future. The greatest approval for the mentioned above is observed from teachers with a smaller working experience.

- According to the homogenous attitude of pedagogues, visualisation would mostly encourage the activeness of students, their conscious intentionality for concentration and deepening of knowledge in the topic in science education. Teachers of Biology, Geography and Chemistry more than teachers of Physics and Mathematics believe that visual artefacts in almost all aspects positively affect the independent learning and motivation of students also forming premises for the expression of postmodern educational paradigm within educational reality. Teachers of Mathematics are the least convinced in the effectiveness of visualisation for the activation of cognitive processes. The pedagogues believe the least that application of externalised visual representations in science education, Geography and Mathematics for students in 9–10 forms could have a crucial influence for the additional interest of learners in subjects as well as collection of information in internet. Attitudes of students and teachers are similar in assessing the effect of visualisation on cognitive processes and motivation of learners in 9–10 forms when learning Biology, Chemistry, Geography and Mathematics – externalised visual representations help in activating processes of perception, memory, attention and imagination.
- According to the attitude of girls, visualisation helps them more than for boys to activate cognitive processes and encourages the learning motivation. Verification of the research results reveals that for girls more than for boys, externalised visual representations form better conditions to assimilate information, which is more difficult to understand if presented by other aids. Due to peculiarities of feminine *versus* masculine gender – activity, receptivity, emotionality, creativity, higher maturity, diligence, attentiveness, lack of practical skills and visual thinking during lessons, visualisation helps within the construction of more efficient learning / teaching process for girls. Boys more often than girls are looking for visualisations in internet. Upon verification of the mentioned differences, two main appearing reasons (named by students and teachers) were named. Boys *versus* girls more often

speak to each other during lessons, less attentive, more often are lazy and are more rarely interested in science education therefore they seek to realise the *compensation function* by aids of search for externalised visual representations in internet, i.e. to get the necessary knowledge and skills in a more rapid way. Due to the dominating inactiveness of boys *versus* girls in 9–10 forms during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics, operation of their cognitive processes becomes weaker therefore visualisation can be applied as stimulating and enabling / helping artefact within educational environment where the increased need to assimilate knowledge may also be observed. In the free time environment, boys *versus* girls apply visualisation more often due to the expressed consumer factor with artefact – they prefer, are interested in and use computer as well as internet in their everyday activities therefore *ritual / hedonistic function* is realised in this way. The latter is fortified for the more rapid, easier accessibility of information, reducing the learning load as well as endeavours within the context of the time management. The higher need for visualisation in writing tests in ninth form *versus* tenth form can be explained by the lack of experience in this age; advantages and necessity of visualisation as the aid stimulating the consciousness progress in appropriate educational contexts in order to attain the effective education are once more revealed.

RECOMMENDATIONS

Within usage of psycho-educational model of applying visualisation in science education, it is recommended:

1. For authors of manuals, software, managers of publishing houses:

- To prepare qualitative, easily managed visualisation programmes in the Lithuanian language, differentiating educational content, reducing the workload for teachers, corresponding to the content and topics of comprehensive schools, which could be applied during lessons of Biology, Chemistry, Physics, Geography and Mathematics in 9–10 forms. Visual artefacts should be matched with the verbal information so that they would perform the exploratory functions, help learners to understand complex visualised objects and processes, especially if they are not seen in the real environment.

- To prepare programmes of visualisation, which could be characterised by high interactivity (simulations, virtual environment and etc.), adapted to the independent learning of students at home. Students, using visual artefacts, could develop and deepen own knowledge in science education, increase literacy in science education as well as over go the sense of success in the interesting educational environment, where visualisation could implement roles of mediator, “senior partner / teacher” while Subjects individually construct own knowledge.

2. For scientists:

- To create qualitative programmes of visualisation under cooperation with authors of manuals, software and representatives of publishing houses, application of which could contribute to successful realisation of the psycho-educational model. To help Subjects of mentioned or similar groups to implement scientific experiments of applying aids and using the model, results of which would reveal the quality of artefacts by identifying disadvantages that could possibly be eliminated until production of the aid.

- In cooperation with teachers, to apply the created aids in practice, to approve them scientifically by assessing their development possibilities.

- To organise seminars / courses about application of visualisation for teachers together with creators of aids, where educators could gain the most important information – how to manage the aid, what are its advantages and disadvantages, for what topics it is intended and how it would improve the quality of the teachers’ work and students’ learning.

3. For teachers:

- To look for innovative programmes of visualisation; to apply them in the process of science education; to verify by aids of the recommended research instrument under attitude of students if the usage of psycho-educational model is efficient therefore contributing to the affirmation of postmodern educational paradigm, oriented towards the student.

- To cooperate with scientists, authors of manuals, software and representatives of publishing houses in the process of creating and testing visualisation aids, to offer methodological recommendations for the improvement of the aid.

- After assurance, that there are qualitative (perfect, masterly prepared) visualisation programmes available, intended for the independent learning of students at home, to encourage students to use them by stressing their importance as well as the positive effect on cognitive processes of learners, motivation, knowledge and literacy in science education.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR OF THE DISSERTATION

Renata Bilbokaitė is the junior scientific worker at the *Natural Science Education Research Centre* at Šiauliai University. She has studied in the doctoral studies of the course of Education during the period 2009–2012.

During the period of the Dissertation preparation she has also been implementing researches not linked with the topic of Dissertation. During the period of 4 years she has prepared and published over 100 scientific articles in scientific journals, approved issues of international practical conferences, presented over 80 works in international as well as national scientific and practical conferences, gave lectures for teachers, had an internship in Goteborg University (Sweden) in Talin University and Talin Technochology Univerity (Estonia), in Jyvaskyla University (Finland), Maribor University (Slovenia). During the cooperation with scientists from other countries she implemented and presented international comparative researches in the sphere of science education.

Spheres of scientific interest: aspects of applying visualisation in science education, quality management in the higher education, image of pedagogues.

VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GAMTAMOKSLINIAME UGDYME PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI

SANTRAUKA

Mokslinis aktualumas

Šiuolaikinė visuomenė išgyvena didžiulius evoliucijos virsmus – regimas technologijos progresas, darantis poveikį ne tik naujų priemonių kūrimui ir tobulinimui, subjektų raiškos gerinimui, bet ir žmonijos sąmonės poslinkis nuo dvimatės supančio pasaulio realybės iki trimatės ir keturmatės, kai atsiranda nauja laiko dimensija (Walker, 2009), suvokiama reliatyviai ir konstruojama priklausomai nuo heterogoniškų poreikių, nebedalijama, nelineari, bet ištiesiama ir vitališka. Globalizacija transformuoja laiką, o jo kontekste – erdvę, judėjimą, vietą, kas leidžia keisti informacijos visuomenę į žinių visuomenę, kurioje vykdoma žinių ekonomija ir sisteminis jų valdymas, įgalinant subjekto galias nuolat tobulinti(s) naujų imperatyvų kontekste. Visa kultūra tapo vieša (Geertz, 2005), civilizaciškai besikeičianti (Kavolis, 1996), pereinanti nuo teksto prie vaizdo, okupuojanti ekranus, skatinanti naujų mąstymo ir tikrovės suvokimo formų atsiradimą (Andrijauskas, 2006), kai elementams priskiriamas multimodalinis reaktyvumas į suvokėjo dirgiklius, dualistinis informacijos kodavimas ir atkodavimas, suliejantis dvigubų modelių charakteristikas per homogenizuotų policentristinių darinių sąveiką subjekto paveikimui stiprinti. *Vyksta masinis informacijos pateikties reprezentacinis regresas* (nuo ištolbintos kalbos grįžtama prie vaizdo) *dėl žmogaus kognityvinių procesų progreso*. Ontogenetiškai eksternalizuotos objektyviosios informacijos vizualinės reprezentacijos sugrąžina subjekto sąmonę į ikisąvokinių lygį, kuriame vaizdiniai valdo(mi) psichikos procesus(-ų) ir sąlygoja verifikuotą verbalizuotą tikrovės supratimą. Perteklinis žodinės konceptualios informacijos kiekis nepasiekia net mažos dalies žmogaus sąmonės galių, laiduojančių veiksmingą dalyvavimą tobulinant save ir kitus, todėl vizualizacija atveria ir sąlygoja ne vien intuityvias, bet ir sąmoningas kognityvinių procesų aktyvinimo veiklas, kurias pasitelkiant lengviau operuojama žinių konstravimo procesuose. Talkinant IKT realizuojamas laiko dimensionalumo virsmas, aprėpiantis įprastinės erdvės, vietos ir judėjimo konstantas – sąmonės regresija dėl inovatyvių ir sudėtingų reiškiniių suvokimo ir jų transformavimo į episteminių vartojimą progreso vyksta subjektyviai patogiu laiku jo asmeninėje erdvėje, sudarant palankias sąlygas multireprezentavimui regėti anksčiau nematytus objektus ir taip geriau pažinti ne tik mokslinę, bet ir kasdienę realybę.

Visuomenėje progresyviai vyksta *nereprezentuojamo reprezentavimas* vizualiaisiais informacijos pavaldais – nematomi reiškiniai tampa regimi. Kognityviai ir socialiai konstruojant (arba dekonstruojant) eksternalizuotą vizualiąją reprezentaciją, kaip tam tikrų inovacijų, panaudojimą, siejamą su verbaline informacija, sukuriama dualistinis žodžio ir vaizdo sinteze paremtas visapusiškesnis objekto ar reiškinio supratimas. Globalizacija ir postmodernizmas įprasmino neregimų reiškiniių atskleidimą, laiduojančių progresyvesnį kiekvieno besimokančiojo sąmonės vystymąsi – sunkiai suvokiami dalykai tapo paprastesni, lengviau suprantami. Vizualieji eksternalizuoti tariamos tikrovės artefaktai visuomenės nariams heterogoniškose subkultūrose perteikia anksčiau tik nedaugelio suvoktą informaciją, kas leidžia eliminuoti ribą tarp visuotinio ir elitinio išsilavinimo, tarp gabių, vidutiniškai besimokančių ir mokymosi sutrikimų turinčių mokinių ugdymo galimybių bendrojo lavinimo mokyklose (8–12 klasėse). Įgyvendinant vizualumo principą homogeniškai gali būti kuriamos diferencijuotos ir individualizuotos ugdymo turinio sąlygos, pritaikytos įvairių poreikių mokiniams. Taip būtų didinama galimybė skatinti besimokančiųjų sąmonės regresą dėl kognityvinių procesų progreso, įgalinančio pažinti reprezentuotus sudėtingus gamtamokslinius dalykus suvokėjui priimtina forma.

Objektyvizuoti gamtamoksliniai reiškiniai ir jų elementai, atskleidžiami mokiniams homogenizuotu vizualiu pavidalu, skatina subjekto sąmonės vystymąsi mokymosi kontekste. Tai akcentuojant, vizualizacijos vartojimas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose tampa aktualus ne vien tik filosofiška, kultūriškai, bet ir psichologiškai. Suvokėjui perduodama ypač supaprastinta įvairių dimensionalumų, formų, spalvų, dydžių ir kt. charakteristikų informacija, kuri aktyvina besimokančiųjų *suvokimą*, geresnį ir lengvesnį sudėtingų objektų supratimą (Wu, Hsin-Kai., Shah, 2004; Jared, 2009; Chittleborough, Treagust, 2008; Donovan, Nakhleh, 2007; Penn ir kt., 2007; Melles, 2007; Ubuz, 2007; Williamson, José, 2008; Booth ir kt., 2005; Rule, 2005; Casperson, Linn, 2006; Saprykina, 2008; Kim, Olaciregui, 2008; McCaffrey ir kt., 2008; Amundsen ir kt., 2008; Qian,

Tinker, 2006; Bogner ir kt. 2006; Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Senkul ir kt., 2010; Barat, 2007; Silen, 2008; Penn ir kt., 2007), *vaizduotė*, kuri talkina mintyse įsivaizduojant ir atgamintai kitais būdais neregimus objektus ir jų sąveikas (Rule, 2005), *dėmesį*, padedantį giliau susikonzentruoti sekant informaciją ir ją išsimenant (Kim, Olaciregui, 2008; Velázquez-Marcano, ir kt. 2004; Mason, 2006; Mammino, 2008; Tasker, Dalton, 2008) ir *atmintį* (Cook, 2006; Card, 1999, Folorunso, Ogunseye, 2008), kuri būtina, norint mokymosi metu įgytas žinias epistemškai panaudoti praktikoje. Įvardytus psichinius procesus galima vadinti *kognityviniais*, kurių veikdinimas sąlygoja visapusiškesnių mentalinių modelių konstravimą (Tasker, Dalton, 2008) atmintyje, siejantį verbalinę ir vizualinę schematinę kodų visumą, sąlygojančią efektyvesnį edukacinės paskirties informacijos įsisavinimą ir teisingų gamtamokslių modelių susiformavimą (Gilbert, 2008). Moksliškai įrodyta ir tai, jog, taikant vizualizaciją biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos disciplinose, mokiniai labiau domisi mokomuoju turiniu (Wu, Shah, 2004; Cook, 2006, Oller, 2006., Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010) ir gamtos reiškiniams.

Psichoedukacine prasme *vizualizacija tarsi įgalina besimokančiuosius eliminuoti episteminius ribotumus* ir sudaryti sąlygas teisingam sąvokų ir reiškinių, susijusių su gamtamokslinės kilmės mūsų pasaulio realybe, įsisavinimui. Mokslininkų tyrimai atskleidžia (Sirhan, 2007; Tsitsipis ir kt., 2011), kad gamtamokslinėse pamokose mokiniai patiria mokymosi sunkumus, ribojančius pažinimo galimybes. Vizualizacija, kaip artefaktas, ugdymo proceso dalyviams galėtų talkinti eliminuojant veiksmingą ugdymą ribojančius veiksnius. Geriau išmanant sudėtingus dalykus, stiprėtų episteminės praktikos poreikis būtų projektuojamas savarankiško veikimo kontekstas, plečiama mokymosi paradigmos raiška kasdienėje edukacijoje veikloje.

Besikeičianti edukacinės paradigmos ontologija taip pat įprasmina vizualizacijos taikymą gamtos mokslų pamokose: suponuojamos prielaidos kognityviai ir socialiai konstruoti ugdytinių žinias jiems patiems sąveikaujant su eksternalizuotomis vizualiomis reprezentacijomis ir kaupti sau reikalingą patirtį naujesnėms temoms mokytis ir save tobulinti. Konstruktivistinė paradigma konstruoja ugdymo diferencijavimo ir individualizavimo būtinumą, ugdymo turinio siejimą su kasdienio gyvenimo atributais, o edukacinių artefaktų vartojimą kaip atitikmenį realiai egzistuojantiems gyvenimo fenomenams. Subjekto gamtamokslinės žinios turėtų koreliuoti su kitų sričių žiniomis, o kad ta sąsaja įvyktų, sudėtingus reiškinius reikėtų pateikti paprastomis reprezentacijomis, kurios lengviau suprantamos ir įsisavinamos, atkoduojamos analogijomis realiame gyvenime. Konstruktivistinė paradigma įpareigoja pedagogus naudoti tas priemones, kurios labiausiai aktyvina mokinių kognityvinių ir socialinių pažinimo pradus, motyvuoja ir talkina formuojant savarankiško mokymosi su artefaktais įgūdžius. Šiame kontekste ypač išryškėja kompiuterinės vizualizacijos taikymo aktualumas – multidimensinė ir multimodalinė vizualioji reprezentacija atitinka šiuolaikinio vartotojo poreikius ir yra paveikesnė jo sąmonei nei įprastos klasikinės mokymo priemonės. Kompiuterinės technologijos, todėl ją ir reprezentuojama vizualizacija, edukacinės paradigmos virsmo kontekste traktuotina kaip *inovacija* (Simmons, 2011), kuri keičia mokymo(si) galimybes ir supančią aplinką. Technologinis progresas modernizavo ugdymo turinį, mokyklose atsirado IKT (kompiuteriai, multimedijos, interaktyviosios lentos ir kt.), todėl atsirado poreikis administracijos darbuotojams, mokytojams ir programų kūrėjams bendradarbiauti ir mokytis įvaldyti naujas technologijas, atidžiai nagrinėjant jų panaudojimo ypatumus. Vizualizacija, kaip eskternaliųjų vizualiųjų reprezentacijų artefaktas, atspindintis multidimensinių ir multimodalinių objektų būvį, įpareigoja inovatyviau dėstyti pamokos turinį, nes mokinių populiacijai reprezentuojama nereprezentuotina supančio pasaulio tikrovė. Vaizdų demaskavimas per paprastesnį sudėtingų reiškinių pateikimo būdą sukuria palankesnes sąlygas, talkinant inovatyvioms technologijoms, konstruoti mokinių žinias, edukaciškai įtvirtinant postmodernios paradigmos imperatyvus – mokytojiui tampant patarėju ir konsultantu, o artefaktui – mediatoriumi. Kompiuterinė vizualizacija, kaip inovacija, paskatintų pedagogus perimti savo naują vaidmenį – mokymosi turinys derinamas su vizualizacijos vartojimu ir jos interaktyvumas laiduoja naujas pedagogo funkcijas, jo santykių su mokiniu kokybę, įprasminamą per įvairių metastatuso lygmenų reprezentacijų atskleidimą ir įvardinimą mokslinėmis sąvokomis nagrinėjamų fenomenų kontekste. Įvaidžius technologijas, pedagogo vaidmuo sustiprėtų postmoderniai vertinant jo darbo rezultatus ir patį procesą – mokytis mokytis ir pažinti pasaulį kaip *postpriorinį*, kai atmintyje vizualiųjų artefaktų dėka sukauptos žinios įtvirtinamos praktikuojantis, o *apriorinė* informacija arba koreguojama po internalizuotų vizualiųjų reprezentacijų, arba adaptuojama, kartu sąveikaujant ir kognityviniam, ir socialiniam mokymosi kontekstams.

Netolimoje ateityje ugdymas turėtų garantuoti mokymo lygį visiems, jei ugdymas yra visuomenę formuojantis veiksnys (Millar, 2012), kas suponuoja prielaidą, kad epistemine prasme gamtamokslinis ugdymas ateityje turės būti prieinamas visiems besimokantiejiems, todėl ugdymo sritis turi būti taip plėtojama, kad būtų sukurtos pačios geriausios sąlygos heterogeniškų poreikių mokiniams nuolat tobulėjančiame pasaulyje, kuriame ugdytinis palaipsniui taps kūrėju. Prognozuojama, kad IKT taikymas mokytojui ir mokiniui ateityje bus kaip svarbus ir įdomus instrumentas edukaciniams pasiekimams didinti (Courville, 2011; Kennedy, 2011; Guerra ir kt., 2011), todėl jos bus itin plačiai integruojamos į ugdymo procesą (Belland, 2009; Trouche, Drijvers, 2010; Selwyn, 2012; Reigeluth, Merrill, 2009; Polly ir kt., 2010), klasikinės priemonės bus pakeistos naujomis (Tugui, 2011), o mokytojai raginami skirti laiko priemonėms studijuoti (Hicks, 2011). Kompiuterinės technologijos (o ypač vizualiosios) nėra traktuojamos kaip vienintelės, padėsiančios tobulinti ugdymo procesą – jos mokslinė ir edukacinė prasme traktuojamos kaip kultūriškai savalaikės ir palankios (Maddux, Johnson, 2011), padedančios mokymuisi, bet jo netransformuojančios iš esmės (Sheehy, Bucknall, 2008), taip įprasminant į mokinį orientuotą paradigmą (Smeureanu, Isaila, 2012) realybėje. Mokslininkai argumentuoja (Pence, McIntosh, 2011; Klieger ir kt., 2010), kad kompiuterinės technologijos ugdant padės kurti naujas edukacines aplinkas, grįstas multidimensinių ir multimodalinių eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų dominavimu. Jų reprezentavimas inovatyviomis priemonėmis padės įgyvendinti mokymosi visą gyvenimą reikalavimą (Lee, 2012), galimai sustiprins ir mokyklos vaidmenį (Robinson, 2012), nes ugdymo sistemą transformavus taip, kad ji būtų orientuota į mokinį, būtų galima labiau užtikrinti ne tik edukaciškai, bet ir socialiai vertingą technologijų įvaidymą (Facer, 2012).

Praktinis aktualumas

Disertacijos praktinį aktualumą suponuoja sudėtingas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos žinių įsisavinimas bendrojo lavinimo mokyklose, kurį sąlygoja daugybė veiksnių, susijusių su informacijos reprezentavimo edukacinėje realybėje sąlygomis. Gamtamokslinio ugdymo problema yra pačių fenomenų *vidinis nereprezentuojamumas*, kai subjektai neišsivaizduoja verbalizuotų sąvokų ir jų koreliacijų – jei vaizdinis mąstymas silpnėnis ar mažiau išlavintas, žinios įsisavinamos tik verbalinių mentalinių modelių pavidalu, mintyse jos neišsivaizduojamos, todėl dažnai sukuriami klaidingi jų reprezentacija, kas sąlygoja nesėkmingą praktinę veiklą. Gamtamokslinių (ir geografijos ir matematikos) dalykų žinios (sąvokos) sudėtingos, abstrakčios, sunkiau (ir/arba ypač sunkiai) suvokiamos 9–10 klasių mokiniams dėl jų *vizualaus nereprezentuojamumo* sąmonėje, jų neregėjimo kaip išoriškai patiriamo reginio (Sirhan, 2007), realių pasaulio objektų analogų stokos. Siekiant supaprastinti edukacinio turinio informaciją, kad sąmonė per regresyviuos kodus patirtų kognityvinę evoliuciją, būtina subjekto vidujai nereprezentuojamam objektui *eksternalizuoti aiškiai* ir konkrečią reikšmę turinčiomis reprezentacijomis, kurios papildoma žodžiais užkoduota tekstą.

Mokiniai patiria *per didelius verbalinės informacijos srautus* ugdymo aplinkoje, todėl nebeatrenka svarbiausių elementų nuo virš krūvio (angl., *cognitive load*). Haslam, Hamilton, 2010), susilpnėja kognityvinių procesų veikimas, slopsta motyvacija, silpnėja gebėjimai mokytis savarankiškai. Daugumos vadovėlių iki technologinio progreso buvo tik viendimensinė arba dviejų dimensijų vizualiosios reprezentacijos, kurios riboja visapusišką ir artimą realistiniam objekto atskleidimą, todėl dažnai lemdavo nevisapusišką mentalinių modelių susidarymą, neteisingą supratimą ir klaidingas žinias, kurios įgyjamos aktyviai kontaktuojant su verbaline informacija – žodžiais, sakiniais, sąvokų samplaikomis. Aukšto abstraktaus fenomenai, neturintys analogijų kasdienio gyvenimo aplinkoje, įvardinami sąvokų pavidalais dar labiau sunkina ir taip nepakankamai išlavintą mokinio vaizduotę ir jo mąstymo operacijas. Kiekvieną pamoką naujų sąvokų vis daugėja, o neišlaikant jų atmintyje ir neturint aiškių dvigubų mentalinių modelių, subjekto psichika atmeta nesuprantamus verbalizuotus kodus, todėl jie neišsąmoninami ir lieka neatpažinti. Didėjantis verbalinės informacijos srautas sukelia informacinę perkrovą, todėl ją redukuoti galima multidimensinėmis ir multimodalinėmis vizualiomis reprezentacijomis (Liu, Su, 2011; Yeh ir kt., 2012; Muller ir kt., 2008; Schwamborn ir kt., 2011; Leutner, ir kt., 2009; Erlandson ir kt., 2010; Korakakis ir kt., 2009; Price, Lee, 2010), kurios įtraukia besimokančiuosius į interaktyvaus sąveikavimo su objektu procesą, įgalina jį geriau pažinti gamtamokslinius dalykus. Vizualizacija gali padėti suprasti mikrolygmens reikšinius, kurių įprastomis priemonėmis (sąlygomis) žmogaus akis nemato (Ardac, Akaygun, 2005), kai patys gamtamoksliniai modeliai priartinami prie realybės ir mokinio suvokiami kaip reikšmingi (Schwarz ir kt., 2009).

Galiausiai, dėl aukščiau įvardytų priežasčių, egzistuoja ir jų rezultatą lemianti problema – *mažas gamtamokslinių dalykų pasirinkimo poreikis* aukštesnėse klasėse (Britner, 2006; Liu ir kt., 2010), tos srities specialistų stoka visame pasaulyje (Koul ir kt., 2011; Blackburn, 2008). Šį reiškinį gali lemti gamtamokslinių dalykų sudėtingumas, jų nesietinumas su realaus pasaulio veiksniais ir netvirtos šių dalykų žinios mokymosi kontekste, kas gali būti koreguojama taikant vizualizaciją, kaip eksternalizuotą mokslinių tiesių reprezentaciją suvokėjui priimtina forma ir sugestyviai koreliuojamą su žodine informacija – taip būtų konstruojamos patikimos žinios, patirtimi grįsta praktika, stiprinamas noras gilintis į abstrakčius dalykus ir mokykloje, ir ją pabaigus.

Mokslinė problema

Viena didžiausių praktinių problemų gamtamokslinio ugdymo realybėje – *neteisingas sąvokų, reiškinii, temų ir kt. turinio elementų supratimas*. Besimokantieji supranta sąvokas individualiai, savo episteminei patirtį konstruodami remiantis pažinimo praktika, kuri dažnai sąlygoja neteisingą suvokimą (angl. *misconception*). Tokiais atvejais dominuoja naivūs mentaliniai modeliai, neadekvatus ir neobjektyvus gamtamokslinių veiksnių apibūdinimas, klaidingas jų savybių ir požymių įsisavinimas. Tai ypač aktualizuojama srityse, kuriose mokomasi apie mikroelementų savybes, be specialių prietaisų ir priemonių neregimas žmogaus akiai: neteisingai suprantami cheminiai ryšiai (Çalık, ir kt., 2005; Özmen, 2004; Pınarbaş, Canpolat, 2003; Ünal, ir kt. 2006; Sirhan, 2007; Duis, 2011; Gomez-Zwiep, 2008; DiSpezio, 2010; Herman ir kt., 2011), įvairūs procesai (Klassen, 2009) ir reiškinii savybės (Yin, 2012; Yin ir kt., 2008; Riemeyer, Gropengiesser, 2008; Xiaobao, Yeping, 2008; Gericke, Haggberg, 2007; Şekercioğlu, Kocakulah, 2008; Yin, 2012; Yin, ir kt. 2008; Grove, Bretz, 2010). Mokslininkai argumentuoja, kad tokią situaciją lemia aukštas gamtamokslinių sąvokų abstraktumo lygmuo (Ghassan, 2007), jų panašumas tarpusavyje, kas riboja teisingą terminų identifikavimą (Larrabee ir kt., 2006), klaidingų sąvokų identifikavimą (Ying-Shao Hsu, 2008). Galima daryti prielaidas, kad, neteisingai suvokiant sąvokas ir procesus, sukuriama klaidingi mentaliniai modeliai (Park, Light, 2009), o jų koregavimui pamokose stokojama laiko ir pačių besimokančiųjų vidinio modeliavimo kompetencijų (Lopes, Costa, 2007). Tuo remiantis galima teigti, kad gamtamoksliniame ugdyme egzistuoja reali praktinė problema – klaidingas sąvokų ir procesų suvokimas, kuris galėtų būti eliminuojamas arba sumažinamas pasitelkiant modernias eksternalizuotas vizualiąsias reprezentacijas.

Kalbant apie bendrojo išsilavinimo kontekstą vyrauja požiūris, kad besimokantieji turėtų konstruoti ir interpretuoti specifinius gamtamokslinius terminus, reiškiniius, procesus, sieti juos tarpusavyje ir gebėti kasdienėje realybėje juos atpažinti (Freeman, Taylor, 2006; Alvermann, 2008; Hapgood, Palinscar, 2007; Gropen ir kt., 2011; Guzzetti, Bang, 2011; Miller, 2006; Rannikmäe, ir kt. 2010; Holbrook, Rannikmäe, 2009; Hapgood, Palinscar, 2006 / 2007; Yore ir kt., 2006, 2007, 2009). Subjektas *gamtamoksliskai raštingas* gali tapti tuomet, kai jis teisingai suvokia biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ir geografijos dalykų turinį, geba jį įsiminti ir pritaikyti praktiniuose darbuose, regėti jų sąsajas su realybe. Tačiau neturint teisingų žinių ir jų neįsisavinus, gamtamokslinis raštingumas yra žemas, todėl taip mažai aukštesnėse klasėse mokomasi minėtų dalykų, silpnėja bendrasis išsilavinimas, o ekologine prasme ribojamas santykis su natūralia gamta ir jos elementais, kas iš dalies prisideda prie vartotojiškos kultūros plėtros. Nesuvokiant bendrųjų gamtamokslinių dėsnių, neįmanoma giliai pažinti supančio pasaulio ir kurti gamtai palankios aplinkos, skatinančios subjekto, kaip išmanančio kūrėjo, evoliuciją. Kadangi gamtamokslinis raštingumas yra plačiai visame pasaulyje nagrinėjama mokslinė problema, deranti su anksčiau aptartomis, ją eliminuojant taip pat būtų galima pasitelkti vizualizaciją. Pastaruoju metu aktualizuojamas raštingumo ugdymas pasitelkiant įvairias reprezentacijas (Tytler ir kt., 2006, 2007; Anthony ir kt., 2010), kadangi būtent jomis atskleidžiama objektyvizuota ir homogeniškai patvirtinta tiesa, kuri mokiniais verbaliniu pavidalu yra per sudėtinga, per daug abstrakti. Pasak Yore ir kt. (2006), besimokantieji turi išmanyti gamtamokslinių dalykų turinio artefaktus, suprasti kodines sistemas, todėl didinant gamtamokslinį raštingumą taikomos ir vizualiosios (Lehrer, Schauble, 2009; Ainsworth, 2008) ir verbalinės (Weiss-Magasic, 2012; Hanharan, 2009; Manolas ir kt., 2011), ir multimodalinės reprezentacijos (Waldrip ir kt., 2006). Eksternalizuotos vizualinės reprezentacijos taip pat vartojamos kaip ir žodiniai artefaktai, kadangi jų abiejų jungtis sąlygoja multimodalinių aspektų išraiškos poveikį subjektų kognityviniams ir edukaciniams procesams. Dvi ir daugiau kodavimo sistemas gali sieti įvairios priemonės, svarbu, kad jos būtų interaktyvios, labiau įtrauktų

subjektą į mokymosi procesą. Tam labiausiai tinka kompiuterinės technologijos (Ng, 2011; 2010), kuriomis įgyvendinant konstruktyvizmo principus siekiama sumažinti mokinių patiriamą kognityvinę apkrovą (Vogel-Walcutt ir kt., 2011), plėtoti mokymosi kontekstus per nuolatinį žinių konstravimą (Chu, Ju, 2010), pažintinių ir socialinių veiksmų sąveiką (Powell, Kalina, 2009; Stears, 2009; Harkness, 2009).

Sėkmingam gamtamoksliniam ugdymui svarbus ne tik šios srities raštingumo plėtojimas (Feinstein, 2011), bet ir *teorinių sąsajų su gyvenimu atskleidimas* (Bennett ir kt., 2007), kadangi informacija apie gamtos objektus yra abstrakti, sunkiai suvokiama, o mokiniai dažnai epistemiškai klysta, nes nemato žinių analogijų realybėje. Šią problemą vizualizacijos taikymas taip pat galėtų sumažinti – eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos būtų taikomos priartinant reiškinį pažinimą per mokiniams suvokiamus artefaktus, o tai paskatintų mokymosi motyvaciją (Pugh ir kt., 2010), pagilintų kritinį mąstymą (Marques ir kt., 2011) ir vizualinio raštingumo įgūdžius (Metros, 2008), kurie vizualinėje kultūroje labai reikšmingi. Šiuo atveju vizualinis raštingumas tiek pat svarbus kaip ir skaitymo suvokimo strategijos (from NGSP, 2008 cit. Anthony, Tippett, Yore, 2010; Kordigel Abersek, Hus 2007; Kordigel Abersek, 2008; McTigue, Flowers, 2011; 2010), kadangi bendram gamtamoksliniam raštingumui būtinos abi (verbalinė ir vizualinė) kodavimo sistemos. Jei pamokose būtų taikoma kokybiška multimodalinė ir multidimensinė interaktyvi vizualizacija, būtų galima tikėtis daugumos aukščiau įvardytų problemų eliminavimo.

Įvardytos gamtamokslinio ugdymo problemos, kurias būtų galima eliminuoti arba sumažinti taikant vizualizaciją, įprasmina eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų taikymo edukacinėje realybėje tyrimų svarbą. Pasauliniame kontekste pirmenybė teikiama inovatyvioms, projektinėms vizualizacijos priemonėms, kurios išbandomos eksperimentinėse pamokose, todėl tyrimų pasirinkimo schemose dominuoja loginio pozityvizmo metodai – eksperimentai ir stebėjimas, o ugdymo procesų dalyvių apklausos taikomos rečiau dėl vyraujančio požiūrio, jog eksperimentiniai duomenys patikimesni. Tačiau socialiai konstruojant edukacinę realybę mokytojas ir mokinys, jų abiejų pozicijos visų priemonių ir reprezentacijų taikymo kontekste yra svarbiausios, nes būtent subjektai konstruoja savo pažinimą ir patirtį, o jų nuomonė taip pat yra reikšmingas informacijos šaltinis apie tiriamą objektą. Nuomonės raišką formuoja įvairios socialinės, edukacinės, psichologinės ir kultūrinės aplinkos, individualūs ir homogenizuoti populiacijos narių poreikiai, todėl klausiančiojo pozicijos išsakymas rodo apie tiriamo reiškinio laikinumą atitinkamame kontekste, kuris pasikeitus esminėms sąlygoms gali sąlygoti nuomonės kaitą. Nuomonė taip pat atskleidžia ir kasdienės realybės atributų įsisąmoninimą, kuris pasireiškia kaip susiformavęs požiūris, stereotipas arba priešingai latentinis vaizdinys, neturintis objektyvaus pagrindo, įrodančio išsakytos pozicijos priežastis. Keičiantis edukacinei paradigmai, *neaiški yra mokytojų ir mokinių nuomonė apie vizualizaciją ir jos poveikį*, kadangi palaipsniui diegiant technologijas į ugdymo procesą keičiasi šios sąvokos supratimas. Kuriamą naują patirtis kultūros virsme, palaipsniui pereinama į vizualiąsias erdves, todėl netyrinėtas, bet aktualus ir svarbus, vizualaus objekto poveikio įvertinimas pačių subjektų supratimu. Nors įvairiais eksperimentais nustatyta, kad tyrimuose taikytos konkrečios eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos naudingos mokinių kognityviniams procesams, stokojama informacijos apie *vizualizacijos, kaip artefakto, galimą poveikį subjektui* – o ypač heterogenišku lyties aspektu. Tai atskleistų vizualizacijos taikymo merginoms ir vaikams psicho-edukacinį specifiškumą, kuris suteiktų patikimos ir reikšmingos informacijos gamtamokslinio ugdymo projektuotojams – mokslininkams, vadovėlių ir inovatyvių priemonių autoriams, mokytojams, mokiniams, jų tėvams. Tai taip pat sąlygotų kognityviai ir socialiai konstruktivesnį edukacinio proceso kūrimą, nes būtų žinomos homogeniškos ir heterogeniškos artefakto taikymo ypatybės 9–10 klasių mokinių biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Kadangi vizualizacijos priemonių ateityje gali daugėti, būtina turėti patikimus instrumentus, kuriais mokslininkai ir mokytojai galėtų pasinaudoti, siekdami nustatyti aukščiau įvardytus dalykus. Dėl vyraujančių loginio pozityvizmo tyrimų gausos, *stokojama socialine paradigma grįstų tyrimų instrumentų*, t. y., nėra mokytojų ir mokinių nuomonės klausimynų, kurie sujungtų eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų poveikį psichoedukaciniams veiksniams. Toks moksliskai aprobuotas instrumentas būtų naudingas vizualiųjų artefaktų taikymo efektyvumui, kadangi juo būtų galima nustatyti subjektų nuomonę apie esminių veiksmų, dėl kurių priemonės ir taikomos, egzistavimo stiprumą.

Nors jau atskleista, kad pastaruoju metu labiausiai tyrinėjama kompiuterinė vizualizacija dėl jos platesnių galimybių reprezentuoti įvairius vizualiuosius artefaktus interaktyviu būdu, tačiau edukaci-

nio virsmo kontekstas atskleidžia prieštaravimą – realybėje vis dar taikomos ir tradicinės vizualizacijos priemonės, kurios taip pat gali padėti spręsti įvairias gamtamokslinio ugdymo problemas. Mokslinėje literatūroje vizualizacijos sąvoka dažniausiai siejama su kompiuterine technologija, kadangi tai atliepia mokslo modernizavimo, inovacijų taikymo ir kitus iššūkius, kurie socialiai ir edukaciškai skatina atlikti tyrimus. Tačiau biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, kuriose edukacinė paradigma tik pradėta transformuoti, mėginant kognityviai ir socialiai kurti ir konstruoti į mokinį orientuotą aplinką, gali būti taikomos ir kitos vizualiosios priemonės, kurių poveikis ugdytiniams pastaruoju metu beveik netyrinėjamas. Šiuo klausimu taip pat stokojama informacijos – kokios priemonės nacionaliniu lygmeniu yra taikomos gamtamoksliniuose dalykuose ir ar pasikeitė jų taikymas. *Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymą, jos kitimą praeityje ir potencialių kaitą ateityje* rodytų jų socialiai ir kognityviai sukonstruotą homogenišką ir heterogenišką patirtį, priklausomą nuo darbo patirties, dėstomo dalyko ir atstovaujamos edukacinės paradigmos naudojamo objekto atžvilgiu. Taip pat būtina atskleisti realybėje *egzistuojančias priežastis, kurios skatina ir riboja* vizualiųjų artefaktų taikymą, kas leistų nustatyti, ar dominuojančios priežastys būdingos visose gamtamokslinėse disciplinose. Ištirti veiksniai atskleistų pačių subjektų išsakytus faktus apie vizualizacijos poreikį projektuojamos ir modeliuojamos edukacinės realybės perspektyvoje.

Kadangi vizualizacijos taikymas gamtamokslinėse disciplinose dažniausiai tiriamas priemonės naudingumo aspektais, nuoseklesnis mokslinis tyrimas, grįstas empirine mišrių metodų strategija, leistų giliau ir išsamiau paaiškinti vizualizacijos taikymo psichoedukacinių veiksmus, jų raišką mokytojų ir mokinių populiacijose edukacinės realybės kontekste, esminių heterogeniškų skirtumų priežastis ne tik pačių tiriamųjų požiūriu, bet ir konceptualiuoju ontologijos aspektu. Remiantis teoriniais ir empiriniais tyrimų duomenimis būtų galima sukonstruoti argumentuotą vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme *psichoedukacinį modelį*, kuris visapusiškiau ir veiksmingiau reprezentuotų tiriamo objekto diegimą (realizavimą) edukacinėje aplinkoje.

Tuo remiantis keliamas pagrindinis disertacijos **probleminis klausimas** – *kokie yra vizualizacijos, kaip ontologiškai atskleisto gamtamokslinio artefakto, taikymo 9–10 klasių mokiniams psichoedukaciniai veiksniai.*

Tyrimo objektas – vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukaciniai veiksniai.

Tyrimo hipotezės:

- Tikėtina, kad eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos skatina mokinių kognityvinius procesus, motyvaciją bei savarankišką mokymąsi.
- Tikėtina, kad vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme teigiamas poveikis besimokantiejiems heterogeniškas mokinių lyties aspektu.
- Tikėtina, kad tradicinių ir naujųjų eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas ir jo prognozės gamtamoksliniame ugdyme skiriasi mokytųjų darbo patirties aspektu.

Tikslas – ištirti vizualizacijos taikymo 9–10 klasių mokiniams biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose psichoedukacinius veiksmus, jų heterogeniškumo priežastis ir sudaryti įvardytų veiksmių modelį.

Teoriniai uždaviniai:

- Atskleisti vizualizacijos charakteristiką vaizdo ontogenezės, postmodernizmo, sinergetikos, globalizacijos, žinių/informacijos visuomenės ir edukacinės inovacijos ontologijoje, išryškinant artefakto taikymo gamtamoksliniame ugdyme elementus.
- Charakterizuoti išorines vaizdines reprezentacijas dimensionalumo ir metastatuso aspektais priemonių įvairovėje, akcentuojant vizualizacijos sąvokos, kaip minimo objekto, vartojimo kitimą biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos sričių moksliniuose darbuose.
- Atskleisti konstruktyvistinės paradigmos realizavimo prielaidas eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų, jas taikant gamtamoksliniame ugdyme, privalumų ir lyčių heterogeniškumo aspektais tariamai sąveikaujant kognityviniams ir socialiniams veiksniams.
- Išanalizuoti teorinį vizualizacijos taikymo psichologinį ir edukacinį kontekstą, identifikuojant poveikį mokinių motyvacijai ir kognityviniams procesams (suvokimui, atminčiai, dėmesiu ir vaizduotei).

Empiriniai uždaviniai:

- Empiriškai identifikuoti biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų nuomonę apie vizualizacijos programas, jų taikymą edukacinėje realybėje skatinančius ir ribojančius veiksnius ir 9–10 klasių mokinių nuomonę apie gamtamokslinių dalykų nesupratimo priežastis, mokymąsi sunkinančius veiksnius, objektyvizuotai pateikiamų pamokose arba surandamų laisvalaikio internete eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poveikį besimokantiems.
- Diagnozuoti žvalgomojo tyrimo metu identifikuotų veiksmų raišką atskleidžiant realiu, popierinių ir kompiuterinių vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų, įvardijamų konkrečiomis artefaktinėmis priemonėmis, taikymo pokytį ir jo prognozę biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, nustatant vizualizacijos poveikį mokinių kognityviniams procesams, motyvacijai ir savarankiškam mokymuisi pagal subjektų lytį ir klasę ir sugretinant ugdymo subjektų (pedagogų ir ugdytinių) nuomonę tiriamo reiškinio aspektu.
- Verifikuoti gautų tyrimų rezultatus, empiriškai pagrindžiant gamtamokslinio ugdymo subjektų – mokytojų ir mokinių – nuomonę apie priežastis, lemiančias didesnę eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poreikį ir poveikį heterogeniškomis besimokančiųjų grupėms lyties ir klasės aspektais.
- Remiantis teorinių ir empirinių tyrimų rezultatais sukonstruoti vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinį modelį ir aptarti jo taikymo galimybes metodologinių teorijų kontekste ir ateities tyrimų perspektyvoje.

Ontologinės tyrimo koncepcijos ir nuostatos

Kognityvinio konstruktyvizmo (Piaget, 1983; Colliver, 2002; Nezvalova, Lamanauskas, 2010; Raykova, 2008; Nezvalova, 2009) kontekste vizualizacija įprasminama kaip artefaktas, asimiliacijos ir akomodacijos būdu padedantis konstruoti teisingus mentalinius modelius, nuo kurių priklauso žinių teisingumas ir sėkmingas episteminis jų taikymas praktikoje. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos talkina subjektui konstruojant vizualiuosius mentalinius modelius, kurie, mokantis žodines sąvokas, siejami, todėl sąmonėje suformuojamos teisingos (vizualinės ir verbalinės) žinių struktūros. 9–10 klasių mokiniams sudėtinga suprasti gamtamoksliniame ugdyme vyraujančias abstrakčias, plika akimi nematomas sąvokas, objektus ir reiškinius, todėl vizualizacija padeda individualiai konstruoti teisingus mentalinius modelius, kurie ir lemia visapusišką temos supratimą ir jos įsisavinimą.

Socialinio konstravimo (Vygotskis, 1978; Shek, 2002; 2007; Cottone, 2007) teorija įprasmina eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų reikšmę dėl jų teigiamo poveikio subjekto vystymuisi. Tarkinant interaktyviems vizualiesiems artefaktams padidėja tikimybė sukurti edukacinę aplinką, kurioje artefaktas atliktų labiau patyrusio partnerio vaidmenį ir transliuotų naują informaciją subjektui suprantamu būdu, taip pakylėdamas besimokančiojo sąmonę į aukštesnį lygmenį. Besimokančiam sąveikaujant su vizualizacija, ypač multimodaline ir multidimensine, padidėja jo sąmonės intencionalumas ir gaunamos informacijos refleksija, poreikis epistemiškai praktikuotis ir socialiai konstruoti savo patyrimą, kai artefaktas yra vyresnis partneris, padedantis greičiau ir geriau suvokti mokymosi objektą.

Vizualizacijos ontologija atskleidžiama ir per *socialinės tikrovės konstravimo teoriją* (Berger, Luckman, 1998), kuri paaiškina mokytojo santykį su eksternalizuotomis vizualiosiomis reprezentacijomis, kaip su kasdienės realybės atributais. Teorija kuria prielaidas, kad klasikinės paradigmos atstovai galimai jaučia teigiamas emocijas ir pasitikėjimą savimi tuomet, kai taiko tradicines vizualias priemones biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Mokytojai, kurie linkę dirbti pagal postmodernios paradigmos reikalavimus, labiau taikytų kompiuterinę vizualizaciją kaip inovacijos priemonę, kurią siekiama įvaldyti išplečiant įprastas kasdienės edukacinės aplinkos ribas, sutaupant laiko, paįvairinant rutiną. Šiai grupei priklausantiems mokytojams interaktyvių vizualiųjų artefaktų taikymas būtų kaip iššūkis, skatinantis tobulėti, ieškoti inovacijų, stengtis jas įvaldyti ir taip didinti savo darbo kokybę vis naujai konstruojamos edukacinės realybės kontekste. Klasikinės paradigmos atstovai priešingai, taikydami kompiuterinę vizualizaciją išgyventų neigiamas emocijas, kadangi ši priemonė sutrikdytų jų kasdinių ritualų tėkmę, išbalansuotų įprastas edukacinės veiklos ribas, pažeistų rutiną ir sąlygotų įtampą ir nevaldomo laiko pojūtį. Kaip pasekmė, interaktyvūs vizualieji artefaktai skatintų tokios grupės mokytojus vengti inovacijų, kaip ribojančių jų saviraišką ir sėkmingą darbą pamokose, siekti grįžti prie tradicinių priemonių vartojimo, kurios jiems yra įprastos ir veiksmingos. Kompiuterinės vizualizacijos taikymas mokiniams, jų pačių suvokimo ribose, atitinka

kasdienę tikrovę, kadangi mokiniai itin dažnai sąveikauja su dirbtiniais informaciniais artefaktais, virtualiomis erdvėmis. Socialinės tikrovės konstravimas įprasmina taikymo eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų multimodaliniams ir multidimensiniams priemonės savalaikiškumą ir galimai teigiamą poveikį besimokančiųjų sąmonei.

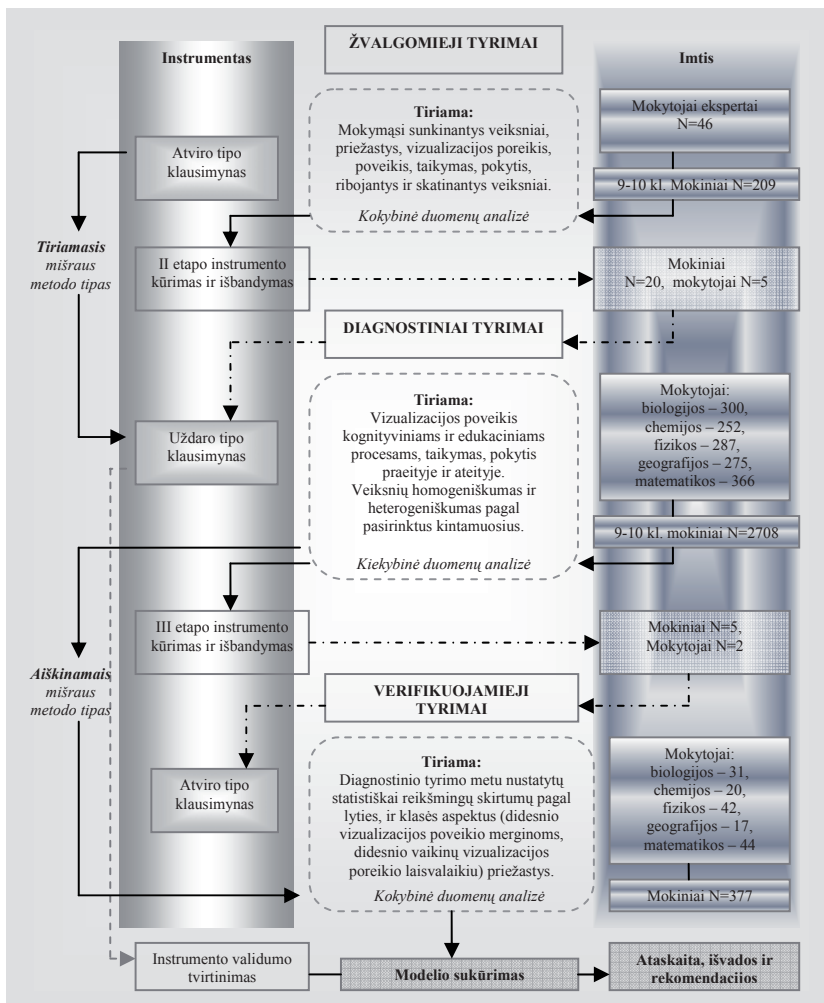
Vizualizacija įprasminama ir *postmodernizmo* (Jameson, 2002) kontekste: ja atskleidžiamas ne-reprezentuojamumas, rekonstruotas vaizdas, patiriamas ribų tarp paslėpto turinio ir atskleistos tiesos nykimas, kai subjektas išgyvena pereinamumo laikotarpį, edukacinį virsmą, artefaktų taikymo progresą, santykio su žiniomis kaitą. *Žinių ir informacijos* (Vaccaro, 2008; Sørensen, Danielsen, Nielsen, 2007; Parada, 2009; Beck, 2008) visuomenėse vizualizacija igauna globalios priemonės vertę, kuri tampa vieša, prieinama įvairiose kultūrose, skirtingų poreikių mokiniams, sukuriant sąlygas patirti mokymosi sėkmę, atskleidžiant plika akimi nematomus objektus, kurie subjektui tampa artimi, nes priklauso jo pasaulio realybei. Vizualizacija, kaip *inovacija* (Varma, Husic, Linn, 2008), taip pat paaikškina artefaktų būtinumą nuolatinio mokymosi, edukacinės paradigmos virsmo ir technologijų progreso kontekstuose, kuriuose *sinergiškai* (McNeill, Krajcik, 2009; Muniandy, Mohammad, Soon, 2007) išryškinamas priemonių vartojimo cikliškumas, sistemiškumas, vitališkumas ir kaita gamtamokslinėse pamokose. Eksternalizuoti vizualieji artefaktai, transliuojantys moksliskai objektyvizuotų tiesų apibendrinimus, homogeniškai pateikiamus įvairių sutartinių modelių pavidalu, padeda skatinti subjekto sąmonės evoliuciją. Regėdamas vaizdus, besimokantysis išgyvena sąmonės regresą, kurio metu suvokiami vaizdiniai priartina mąstymą prie konkrečių objektų, padeda sukurti vizualius mentalinius modelius ir sujungia juos su verbaline (žodine) informacija. Sąmonės regresas, kurį sukėlė vizualūs artefaktas, palaipsniui sukelia mąstymo progresą, kadangi teisingai suvokti vaizdiniai padeda teisingai įsisavinti žinias, jas panaudoti episteminėje praktikoje.

Vizualizacijos taikymą apsprendžia ir psichologinės koncepcijos. *Vaizdinio mąstymo* koncepcija (Arnheim, 1997) byloja, kad vaizdinis mąstymas yra viena iš svarbiausių mąstymo rūšių žmogaus gyvenime – vaizdiniais gaunama informacija yra tikslesnė, jos suvokimas greitesnis. Tuo remiantis, vizualieji artefaktai padeda subjekto sąmonei sudėtingus ir abstrakčius objektus identifikuoti kaip konkrečius, realiai matomus, todėl palengvinami ne tik suvokimo, bet ir kiti kognityviniai procesai – dėmesys ir vaizduotė. Pastarosios aktyvumas formuoja reikiamus įsivaizdavimo įgūdžius, kurie būtini gamtamoksliniuose dalykuose. Vaizdinio mąstymo lavinimas, talkinant vizualizacijai, įprasmina ir L. M. Vekkerio (1976) *genetinio struktūrinio intelekto modelio teoriją*, kuria remiantis teigtina, jog ši mąstymo rūšis yra pagrindas sąvokiniam mąstymui – kuo subjektas savo atmintyje turi sukaupią teisingų ir kokybiškų objekto vizualiųjų atitikmenų, tuo jam lengviau tuos vaizdinius identifikuoti žodiniuose koduose.

Tačiau ne vien vaizdinis mąstymas ir jo lavinimas yra svarbus ontologine vizualizacijos prasme, eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas pamokose padeda sukurti *dvigubus kodus* (Paivio, 1986, 2006; Hodes, 1994), suliejančius vizualiąją ir verbalinę informaciją. Nuo pastarųjų priklauso teisingų dvigubų mentalinių modelių konstravimas – vaizdai supaprastina sudėtingą ir abstrakčią informaciją, o juos suvokus, žodinis objektų apibūdinimas praplečia paties objekto pažinimą, todėl kuriamos mokiniui artimos ir su kasdiene gamtamokslinė realybe siejamos žinių struktūros, laiduojančios veiksmingesnę ugdymą.

Episteminės tyrimo koncepcijos ir nuostatos

Konstruojant ir atliekant tyrimus buvo remiamasi *mišrių metodų* strategija, kai derinami kokybiniai ir kiekybiniai metodai, padedantys gauti išsamesnius duomenis (Lund, 2012; Teddlie, Tashakkori, 2009; Tashakkori, Creswell, 2008; Creswell, Tashakkori, 2007; Symonds, Gorard, 2010; Abowitz, Toole, 2010; Creswell, Plano Clark, 2007). Šie metodai skirti ne tik duomenų išsamumui pagrįsti, bet ir mažai arba vienpusiškai tirtiems reiškiniams iširti (Brannen, 2009), kai juos pritaikius remiamasi tarpdiscipliniškumu (Kroos, 2012), socialiai interaktyvaus tyrimo principais (Greene, 2007, 2008; Dellinger, Leech, 2007), mišrių rezultatų paradigma (Johnson, 2011; Wheelton, 2010) ir stengiamasi tirti objektus, artimus mūsų kasdienei realybei (Fielding, 2010; Maxwell, Joseph, 2011). Tyrimui pasirinkti du mišrių metodų tipai: *žvalgomas / tiriamasis* (angl. *Exploratory*) ir *aikškinamasis* (angl. *Explanatory*), kas leido tiriama objektą identifikuoti, atskleisti jo raišką populiacijoje ir gauti tyrimų rezultatų verifikavimą. Tyrimų logika, etapų nuoseklumas, tiriamųjų imtys ir grupės, tyrimo instrumentai ir metodai pateikiami 1 pav.



1 pav. Tyrimų metodologijos schema (sudaryta autorės)

Mišrių metodų strategija pasirinkta kaip labiausiai tinkanti tiriamam objektui atskleisti socialinės realybės kontekste, kuriame taip pat siekiama laikytis *loginio pozityvizmo* (Chalmers, 2005) principų – *epistemologine* prasme atskleisti kaip įmanoma tikslesnius duomenis apie tiriamą objektą, identifikuojant jo veiksmus kokybinių duomenų išraiška, diagnozuojant jų raidą populiacijoje kiekybine išraiška ir verifikacinių tyrimų metu nustatant priežastis, kurios paaiškintų diagnostinio tyrimo metu gautus statistiškai patikimus skirtumus. Siekiant tyrimo reikšmės nacionaliniu lygiu, tyrimo imtys sudarytos pagal statistinius reikalavimus, todėl tyrimų rezultatai reprezentuoja visos šalies kontekstą. Kad patikimiau būtų realizuotas loginio pozityvizmo principas, diagnostinio tyrimo instrumentas buvo sudarytas remiantis antropologine EMIC / ETIC strategija, įpareigojančia, žvalgomojo tyrimo metu nustatyti reikšmes, kurios yra suprantamos tiriamiesiems (Čiubrinškas, 2007; Prost, 2007; Bandon, 2010), t. y., *emic* paradigma padėjo atskleisti mokinių ir mokytojų vartojamą kalbą kaip

konotatą, įvardijantį tiriamo objekto veiksnius. Remiantis atskirų tiriamųjų grupių konotatais, instrumento kintamieji buvo konstruojami taip, kad jų homogenizavimas atitiktų *etic* idėją, t. y., prasmės būtų lengvai atkoduojamos tiriamoje populiacijoje. Faktorių (diagnostinių blokų) konstravimui pasitelkti objektyvizuoti moksliniai koncepciniai atitikmenys. Instrumentas aprobuotas kiekvienai tiriamųjų grupei atskirai, tikrinant vidinį skalių suderinamumą, galimybes nustatyti statistškai reikšmingus skirtumus pagal apibendrintus (reprezentuojančius visą skalę), priklausomus ir nepriklausomus kintamuosius. Instrumento galybės matuoti pasirinktą objektą aprobuotos moksliniuose žurnaluose.

Metodai:

Teoriniai: turinio analizė

Tyrimo duomenų rinkimo metodai: apklausos, kurios dažniausiai pasirenkamos siekiant sužinoti didelės apimties respondentų nuomonę (Kilanowski-Press, ir kt., 2010; Theiss, ir kt., 2009; Tingoy, Gulluoglu, 2011).

Tyrimo duomenų analizės metodai: aprašomoji (populiarumo ir naudingumo indeksai) ir neparametrinė statistika (naudotas Mann'o Whitney U-testas, kuris taikomas dviem nepriklausomoms imtims, kai kintamųjų skirstiniai nenormalūs ($p < 0,05$) (Pukėnas, 2005)). Juo buvo tikrinamos hipotezės apie kintamųjų vidurkių lygybę. Instrumento skalių vidiniam patikimumui nustatyti naudotas Kronbacho alfa koeficientas (Cronbach alpha). Jis parodė, ar skalės elementai matuoja tą patį reiškinį, kurį buvo planuojama matuoti. Koeficientas atskleidė ir tai, ar klausimai yra tarpusavyje susiję (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). Kokybinio pobūdžio duomenims analizuoti taikyta turinio analizė.

Disertacijos teorinis reikšmingumas

- Pateikiama išanalizuota vizualizacijos sąvokos charakteristika jos dimensionalumo ir jai atstovaujančių priemonių gausos ir jų diferenciacijos ugdymo realybėje aspektais, atskleidžiant vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų ypatybes sub-mikrolygmens kontekste ir išgryninant prigimties ontogenazines savybes jos evoliucijos progrose ir regrese.
- Atskleidžiamas filosofinis ir socialinis ontologinis vizualizacijos diskurso aspektas, analizuojant vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų reikšmę postmodernizmo, globalizacijos, sinergetikos ir inovacijų aspektais, papildant ontologiniu svarbumu žinių ir informacijos visuomenėms.
- Vizualizacija atskleidžiama ontologine-psichologine prasme, įprasminant vizualiųjų reprezentacijų taikymo reikšmę mokinių kognityvinių procesų veikdinimui dėl mąstymo evoliucijos subjekto sąmonėje ypatybių, kai vizualizacija padeda sukurti teisingus mentalinius modelius, juos internalizuoti ir eksternalizuoti mokantis gamtamokslinių dalykų ir taip sumažinant ugdymo realybėje gaunamos verbalinės informacijos kiekius ir sukuriant sąlygas vaizdinio mąstymo aktyvumui, kaip pagrindui formavimuisi veiksmingam sąvokiniam mąstymui.
- Pateikiamas išanalizuotas vizualizacijos taikymo pokytis per pastaruosius 20 metų biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose ir srityse bei numanomas jos teorinis progresas.
- Remiantis konstruktyvistine edukacine paradigma, vizualizacija konceptualizuojama kaip kognityvinių ir socialinių veiksmų realizavimo prielaida gamtamokslinio ugdymo realybėje heterogenišku lyties aspektu, išryškinant vaikinų ir merginų mokymosi skirtumus ir panašumus išorinių vizualiųjų reprezentacijų taikymo aspektais.
- Išanalizuoti vizualizacijos privalumai biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, atskleidžiant edukacinius ir psichologinius ypatumus, besireiškiančius ugdytiniams sąveikaujant su eksternalizuotomis vizualiomis reprezentacijomis ir naudingus ne tik mokiniams, bet ir pedagogams.
- Išanalizuotas psichologinis vizualizacijos taikymo ugdyme aspektas – pateikiama kognityvinės psichologijos diskurso analizė apie vizualiojo suvokimo, dėmesio, atminties, mentalinių modelių ir vaizduotės procesų ypatumus, išryškinant ir motyvacijos charakteristiką taikant vizualizaciją.
- Sukonstruotas vizualizacijos taikymo edukacinėje realybėje naudos modelis psichoedukaciniu aspektu, reprezentuojantis įvairiapusių priemonės taikymo ypatumus, sąlygojančius veiksmingesnius ugdymo rezultatus gamtamoksliniame ugdyme.

Disertacijos praktinis reikšmingumas

- Empiriškai pagrįstos teorinio diskurso analizės metu gautos prielaidos apie vizualizacijos taikymo naudą gamtamoksliniame ugdyme psichoedukaciniu aspektu.
- Ištirta Lietuvos Respublikos reprezentatyvios imties mokinių (9–10 klasių) ir mokytojų (biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos dalykų) nuomonė apie vizualizacijos taikymo naudą psicho-edukaciniu aspektu nuosekliai pagilinant ir papildant duomenis, ir sudarytas išsamus ir patikimas vaizdas apie tiriamą objektą, leidžiantis spręsti šių populiacijų nuomonės ypatumus apie gamtamokslinius dalykus visos šalies mastu.
- Tyrimo objektas empiriškai atskleidžiamas taikant trianguliacinę metodologinę nuostatą, kuria remiantis, esminės objekto ypatybės atsispindi visuose tyrimo etapuose ir viena kitą papildo: žvaigždomajame tyrime buvo nustatyti objekto veiksniai, konstatuojamajame – diagnozuota veiksmų raiška heterogeniškose ugdymo dalyvių populiacijose, verifikuojamajame – nustatytos galimos priežatys, lėmusios diagnozuotų veiksmų heterogeniškus ypatumus edukacinėje realybėje lyties aspektu.
- Sukurtas ir moksliskai aprobuotas instrumentas (anketa), diagnozuojantis mokinių ir mokytojų populiacijos nuomonę apie vizualizacijos taikymo poveikį gamtamoksliniame ugdyme, leidžiantis patikimai matuoti nuomonės homogeniškumą ir heterogeniškumą skirtingų skalių, kintamųjų ir populiacijų aspektais, pasižymintis aukštu vidiniu skalių ir viso instrumento suderinamumu.
- Sukonstruotas ir patikrintas instrumentas gali būti naudojamas ne tik moksliniais tikslais, bet ir mokykloje edukaciniais tikslais, siekiant praktiskai nustatyti, ar konkreti vizualizacija, remiantis mokinių nuomone, aktyvina psichoedukacinius procesus, todėl ši instrumentą gali taikyti visi gamtos mokslų, geografijos ir matematikos pedagogai.
- Empiriškai patikrintas teorinėje disertacijos dalyje sukonstruotas vizualizacijos taikymo gamtamoksliniuose dalykuose (taip pat geografijos ir matematikos) psicho-edukacinis modelis, jis papildytas remiantis visų tyrimų rezultatais, todėl tai laiduoja modelio teorinį ir praktinį vientisumą mokslinio diskurso ir mokinių ir mokytojų nuomonės apie tiriamą objektą aspektais.

Ginamieji teiginiai:

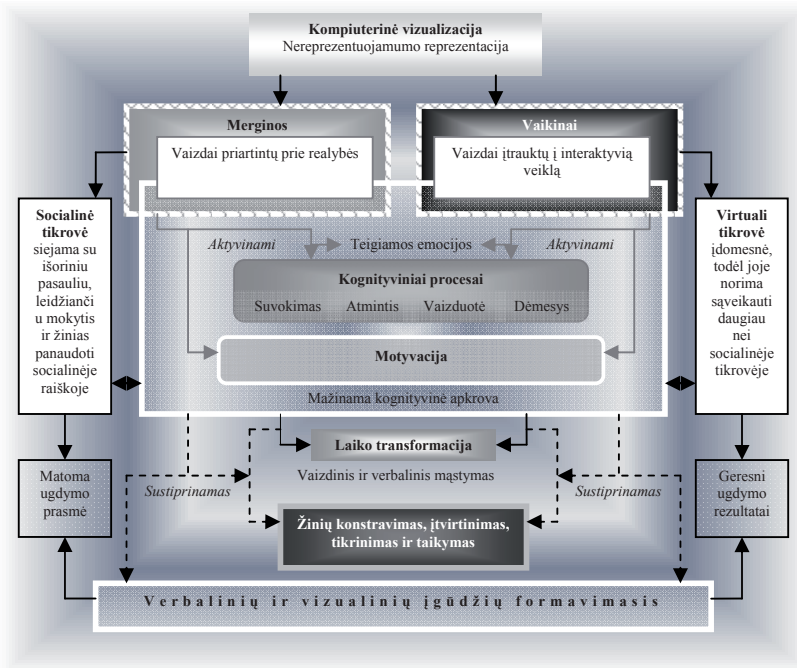
- Vizualizacija, kaip artefaktas, ontologiškai yra tarpdisciplininis, savalaikiškai reikšmingas ir būtinas gamtamokslinio ugdymo procese, sąlygojantis subjektų sąmonės regresą vardan suvokimo progreso, suteikiantis galimybę individualiai bei socialiai konstruoti besimokančiųjų žinias per objektų nereprezentuojamumo reprezentavimą moksliskai objektyvizuotų ir homogenizuotų tiesų visumoje, taip prisidedant prie edukacinės paradigmos virsmo.
- Vizualizacija eliminuoja egzistuojančius mokymosi sunkumus, nes aktyvina mokinių kognityvinius procesus (suvokimą, dėmesį, vaizduotę ir atmintį), skatina mokymosi motyvaciją bei savarankišką mokymąsi biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose.
- Prognozuojamas kompiuterinės vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme progresas ir stipresnis jo poveikis subjektui neprieštarauja ir nepaneigia tradicinės vizualizacijos priemonių taikymo veiksmingumo.
- Tradicinių ir naujųjų eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas ir jo prognozės gamtamoksliniame ugdyme skiriasi mokytojų darbo patirties aspektu.
- Vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme teigiamas poveikis besimokantiems heterogeniškas mokinių lyties aspektu.
- Kompiuterinės vizualizacijos taikymo teigiamas poveikis psichoedukaciniams veiksniams empiriškai patikrinamas tiriant mokinių nuomonę.

Disertacijos struktūra ir apimtis

Disertaciją sudaro sąvokų paaiškinimai, įvadas, trys dalys, diskusija, išvados, rekomendacijos, literatūros sąrašas ir priedai.

Disertacinio tyrimo rezultatus iliustruoja 72 paveikslai ir 31 lentelės. Bendra disertacijos apimtis – 248 puslapiai (be priedų). Remtasi 756 literatūros šaltiniais. Priedai kompaktinėje plokštelėje, kuriuose pateikiami tyrimo instrumentų pavyzdžiai, kiekybinių tyrimų duomenų statistinių skaičiavimų rezultatai.

VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GANTAMOKSLINIAME UGDYME PSICHOEDUKACINIS MODELIS



2 pav. Vizualizacijos taikymo gantamoksliniame ugdyme psichoedukacinis modelis (sudaryta autorės)

Remiantis teorine ir empirine duomenų analize sudarytas modelis (2 pav.), atskleidžiantis vizualizacijos taikymo gantamoksliniame ugdyme psichoedukacinius veiksmus. Paveikslo schema idealiausiai tiktų multimodalinei multidimensinei vizualizacijai, pasižyminčiai dideliu interaktyvumu ar simuliacinėmis galimybėmis. Taikant šį modelį, kompiuterinė vizualizacija aktyvintų visų mokinių kognityvinius procesus – suvokimą, dėmesį, atmintį ir vaizduotę. Labiau veikdinamas suvokimo procesas padėtų suvokti sudėtingą ir plika akimi nematomą informaciją, kuri šiuo atveju atskleidžiama kaip vizuali, todėl lengviau atkoduojama. Sąmonėje būtų konstruojami teisingi mentaliniai modeliai, kurie nuolat besimokant būtų asimiliuojami arba adaptuojami subjektui sąveikaujant su artefaktu. Taip atmintyje išliktų teisinga informacija, kurią mokinys panaudotų besimokydamas tolesnes temas.

Kompiuterinė vizualizacija, kaip interaktyvus artefaktas, teigiama veiklų ir mokinių mokymosi motyvaciją ir savarankišką mokymąsi – kai sudėtinga gantamokslinė informacija tampa paprastesne ir labiau suprantama, atskleisti dalykai sudomina mokinius, skatina giliau pažinti objektus, juos sieti su išeitomis temomis. Taip pat tikimasi, kad kompiuterinės vizualizacijos poveikis bus pastebimas mažinant kognityvinę mokymosi apkrovą – jei eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos veiks kognityvinius procesus, o verbalinė informacija bus derinama su vizualine, didelė tikimybė, kad mokymosi krūvis sumažės. Mokiniui intensyviai sąveikaujant su žodine ir vaizdine informacija, lavės vaizdinis ir verbalinis mąstymas, todėl didės tikimybė, kad sąmonėje susidarys teisingi dvigubi (vizualiniai ir verbaliniai) modeliai, laiduojantys geresnius mokymosi rezultatus. Tai taip pat galėtų veikti didesnę mokymosi motyvaciją ir teigiamas emocijas, padedančias sukurti gantamokslinio ugdymo turinio mokymąsi skatinančias sąlygas.

Merginos pasižymi silpnesne mokymosi motyvacija, rečiau sieja savo ateitį su sudėtingesnėmis disciplinomis, o kompiuterines technologijas vertina tik kaip priemones episteminiams tikslams įgyvendinti. Merginoms, priešingai nei vaikiniams, socialinė tikrovė yra pagrindas pažinti kitus dalykus, todėl eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų atskleisti neregimus fenomenus, kurie būtų identifikuoti kaip mūsų pasaulio dalys. Didelė tikimybė, kad regėdamos vizualizuotą informaciją merginos susies tai su realiu gyvenimu, socialine tikrove ir jų pačių subtiliu pasauliu. Merginos labiau nei vaikinai išreiškia inovatyvių, interaktyvių gamtamokslinių pamokų poreikį, todėl taikant kompiuterinę vizualizaciją būtų galima sukurti pageidaujamas sąlygas taip užtikrinant išorinių vizualiųjų reprezentacijų internalizavimą, naudingą motyvacijai skatinti ir episteminiam ribotumui išvengti. Kadangi vaikinai labiau nei merginos linkę domėtis kompiuterinėmis technologijomis, dažniau su jomis sąveikauja edukaciniėje, namų, ir laisvalaikio aplinkose, jų virtualių tikrovių poreikis yra akivaizdžiai didesnis, todėl eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos galėtų besimokančiuosius dar labiau motyvuoti pažinti gamtamokslinius dalykus, susikaupti pamokose, pasiruošti joms namuose.

Postmoderniosios mokymosi paradigmos kontekste, kur multimodaliniai vizualieji artefaktai būtų taikomi veiksmingiausiai, mokytojo vaidmuo galėtų būti realizuojamas taikant vizualizaciją pamokose: pedagogas atsiskleistų kaip ugdymo proceso organizatorius, vadovas, patarėjas, konsultantas, instruktorius ir besimokantysis, nebijantis iššūkių ir besimokantis kartu su mokiniais. Mokytojas taptų laisvesnis nuo kalbėjimo – jis komentuočių rodomus vaizdus, interpretuočių tekstus ir siėtų verbalinę informaciją su vizualiąja, atskleisdamas jo patirčiai būdingas žinias, papildydamas eksternalizuotas išorines reprezentacijas savo interpretacijomis. Pedagogas konsultuočių mokinius, juos aktyvintų, ragintų ir psichologiškai nuteiktų mokyti. Mokinys galėtų kontroliuoti mokymosi procesą, nes pats pasirinktų – kiek kartų žiūrės vizualizaciją, kaip mokysis, koku tempu, kiek pastangų įdės. Taip būtų sukuriama laisvos sąlygos laiko atžvilgiu – tai visiškai naujas mokymosi aspektas, nes klasikinėje paradigmoje laikas yra labai limituotas ir nustatomas mokytojo reguliuojama kontrole. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų mokiniui savarankiškiau mokyti sudėtingų reiškinų, juos pakartoti peržiūrint medžiagą namuose ar po pamokų mokykloje, sukuriant sąmonės intencionalumą aktyvinančias sąlygas, kurios palaipsniui suformuoja pasitikėjimo savimi jausmą. Esant sąlygomis, besimokantysis pats mokytųsi surasti informaciją pvz., laisvalaikio aplinkoje, ją peržiūrėti, įsiminti ir permąstyti, kad įtvirtintų žinias – visa tai įgalintų subjektą jausti didesnę atsakomybę už savo pasiekimus.

Laiko ribotumas taikyti kompiuterinę vizualizaciją, kaip inovaciją, pamokose kai kuriems mokytojams sukelia galimų kompetencijų plėtojimo regresiją, sąmonės įtampą ir inovacijų, kaip ugdymą efektyvinančių priemonių, ignoravimą. Tai ypač būdinga klasikinė paradigma besiremiantiems mokytojams. Šiuo atveju labai svarbu, kad mokytojai patys norėtų taikyti inovacijas ir jų siektų savo pamokose – tai ne tik padidintų pamokos rezultatyvumą, bet ir palaipsniui būtų pereinama prie postmodernios paradigmos įgyvendinimo. Biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ar geografijos dalykų mokytojai, įsisavinę postmodernios paradigmos realizavimą, turėtų aktyviai stengtis įvaldyti vizualizacijos taikymo techniką, laiduojančią galimybę valdyti laiką ir jo transformacijas suvokti kaip įprastas kasdieniam gyvenime. Tuo remiantis vizualizacijos, kaip inovacijos, taikymui reikia mokytojų pastangų ir noro, gerų technologinių sąlygų ir visuotinai formuojamos nuostatos, kad eksternalizuoti vizualieji artefaktai ir mokiniams, ir mokytojams padės veiksmingiau realizuoti užsibrėžtus tikslus.

DISKUSIJA

Gamtamokslinio pasaulio, kaip objektyvaus, pristatymas per įvairių dimensionalumą ir multimodalumą eksternalizuotą vizualinę reprezentaciją kuria prielaidas episteminiam ribotumui eliminuoti, atskleidžiant sudėtingus, plika akimi nematomus reiškinius ir objektus ugdymo procese. Ontologiškai, vizualizacija padeda mokytojui realizuoti mokymosi paradigimą; edukaciškai – multimodalumas padeda ugdytojui diferencijuoti ir individualizuoti ugdymo turinį ir jį adaptuoti heterogeniškų poreikių mokiniams, orientuojantis ne tik į diskursyvų, bet ir į vizualųjį informacijos transliavimą; psichologiškai – eksternalizuoti vizualieji artefaktai sukuria sąlygas lavinti vaizdinį mąstymą, sukelti subjekto sąmonės regresą dėl pažinimo progreso, kai suvokiami vaizdai, derinami su verbaline informacija, sąmonėje sukuria teisingus dvigubus mentalinius modelius. Teoriškai tai suponuoja idealias sąlygas subjektiui nuolat mokytis patiriant sėkmę, individualiai ir socialiai, tarpininkaujant artefaktui, konstruoti teisingą gamtamokslinių objektų pažinimą. Tokioje situacijoje mokytojui nebereikia tiek daug kalbėti – jis komentuoja rodomus multimodalinius vaizdus, interpretuoja tekstus ir sieja verbalinę informaciją su vizualiąja, atskleisdamas jo patirčiai būdingas žinias, pateikdamas savo interpretacijas.

Gamtamokslinėms disciplinoms būdinga nuoseklaus mokymo(si) logika, pagal kurią kiekvienas mokinys turi atidžiai mokytis sąvokų, faktų ir kitų su žiniomis susijusių reiškinių, kad galėtų suprasti kitas pamokas. Jei mokinys nežino sąvokų arba jų vartojimas nėra teisingas, vadinasi, toliau mokymasis patirs mokymosi sunkumų, nes sąvokų nemokėjimas sąlygos nesusikaupimą, blaškymąsi ir nesupratimą. Kai atmintyje nėra informacijos, kuria galima naudotis, mokymosi metu gautos žinios tėra paviršutiniškas informacijos priėmimas be grįžtamojo ryšio. Dažnai mokiniai išmoka informaciją atmintinai, tačiau faktai patalpinami į trumpalaikę atmintį, todėl nekartojant informacijos ji labai greitai pamirštama. Tą patvirtina atlikti tyrimai, atskleidę mokymosi *procesą sunkinančius veiksnius*: psichinių procesų veikimo ir temos įsisavinimo problemas, reikiamų įgūdžių stoką. Remiantis disertacijos teorinėje dalyje išanalizuota vizualizacijos, kaip artefakto, koncepcine ontologija galima teigti, jog pagrindinės gamtamokslinio ugdymo problemos kyla dėl objektų nereprezentuojamumo, kuris gali būti reprezentuojamas postmodernizmo kontekste, stiprinant subjekto santykį su objektu. Neaiškų plika akimi neregimų objektų ir reiškinių išdėstymas taikant verbalines reprezentacijas arba retai taikomas realias ir popierines vizualias reprezentacijas sukelia vienpusę temų supratimą, o remiantis dvigubo kodavimo (Paivio, 1986; 2006) ir mentalinių modelių teorijomis (Johnson-Laird, 1983; Adbo, Taber, 2009; Park, Light, 2009) kognityvinio konstruktyvizmo kontekste tai sąlygoja reikiamų žinių, įdirbio ir episteminės praktikos stoką, silpną mokymosi motyvaciją ir sąmonėje dominuojančius stereotipus, kad gamtos mokslai – per daug sudėtingi. Teoriniu ir empiriniu lygiais išreiškus nuomonę pagrindiniams ugdymo proceso dalyviams, identifiukuota, kad 9–10 klasių mokiniams vizualizacija galėtų padėti veikdinti kognityvinius procesus ir mokymosi motyvaciją. Panašius rezultatus patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti darbai: (Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul, Cansu, 2010; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Barat, 2007 ir kt.). Vaizdai padeda suformuoti vaizdinius mentalinius modelius (Rapp, 2005; Franco, Colinvaux, 2000; Carmichael, 2000) ir juos sujungti su verbaliniais modeliais (Hodes, 1994). Tokie pokyčiai sąmonėje padeda mokiniui suprasti sudėtingą informaciją, nes mintyse galima regėti objektus, apie kuriuos mokomasi teoriškai. Taip susidaro išsamesnis objekto vaizdas ir informacija suvokiama teisingai. Realizuojant konstruktyvizmo principą (Nezvalova, 2008; Papayannakos, 2008), mokymasis su vizualiaisiais artefaktais būtų nuoseklus – asimiliuojant arba adaptuojant naujai gautą informaciją palaipsniui būtų kuriami teisingi mentaliniai modeliai, būtų labiau aktyvinami kognityviniai procesai ir bent iš dalies eliminuojami mokymąsi sunkinantys veiksniai, kas sąlygotų veiksmingesnį gamtamokslinio ugdymo procesą.

Tačiau pabrėžtina, kad *episteminio eliminavimo prielaidos labiausiai įmanomas taikant interaktyvią multimodalinę ir multidimensinę vizualizaciją*, kuri labiau nei kitos rūšys atlieka mąstymą skatinančio ir į mokymąsi veiklą įtraukiančio artefakto vaidmenį. Tarpautinis tyrimų kontekstas šioje srityje atskleidžia (Al-Balushi, 2009; Locatelli, Ferreira, Arroio, 2010; Homer, Plass, 2010 ir kt.), kad konkrečios vizualizacijos programos ypač paveikios ir mokytojų ir mokinių vertinamos kaip reikšmingos. Tačiau Lietuvos kontekste mokytojai retai taiko inovatyvias edukacines technologijas, todėl konkrečių kompiuterinės vizualizacijos programų taikymo 9–10 mokinių klasėse poveikio mokymui-

si duomenų tiriamuoju metu stokojama. Panaudojus sukonstruotą tyrimo instrumentą, kuriuo tiriama mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį besimokančiam, galima tikrinti konkrečių priemonių poveikį. Palaipsniui išgalint į mokinių orientuotai edukacinei paradigmai, o mokykloms apsirūpinus tinkamomis priemonėmis, moksliniu ir praktiniu lygiais galėtų būti atliekami eksperimentai, kurie suteiktų informacijos, koks yra konkrečios kompiuterinės vizualizacijos poveikis besimokančiam jau pakitusioje aplinkoje. Tai padėtų nustatyti ne tik konkrečių priemonių poveikį, bet ir sudaryti jų reitingus, teikti rekomendacijas priemonių autoriams ir taip konstruktyviai, įrodytais grindžiant, tobulinti gamtamokslinio ugdymo procesą.

Merginų nuomone, joms labiau nei vaikinams *vizualizacija padeda aktyvinti kognityvinius procesus ir skatina mokymosi motyvaciją*. Panašūs skirtumai lyčių aspektu išanalizuoti ir interpretuoti ir teorinėje disertacijos dalyje: merginų mokymosi motyvacija ir kognityviniai procesai pasireiškia silpniau nei vaikinių, jos rečiau sąveikauja su kompiuterinėmis technologijomis, todėl joms svarbu, kad vizualieji artefaktai priartintų gamtamokslinę realybę prie socialinės tikrovės. Vaikiniai, nors ir pasyvesni 9–10 klasių pamokose, dažniau sąveikauja su IKT ir mėgsta įsitraukti į virtualias aplinkas. Tokie lyčių skirtumai gali būti paaiškinami tuo, jog merginos ateityje mažiau renkasi gamtamokslines profesijas (Page ir kt., 2009; Koul ir kt., 2011; Britner, 2008; Ceci Williams, 2007; Scantlebury, Baker, 2007), todėl jų noras mokytis mokykloje susijęs su pareiga ar kitais socialiniais ir savęs suvokimo bei identifikavimo aspektais, kurie silpniau aktyvina abstraktus ir vaizdinio mąstymo procesus. Taip pat galima manyti, jog dėl tam tikro nusistovėjusio požiūrio į profesijas dauguma merginų nesirenka gamtamokslinių dalykų aukštesnėse klasėse, nes nemano, kad jie bus reikalingi ateityje. Susidaro socialinė nuomonė, jog merginoms geriau rinktis humanitarines ir socialines profesijas, kadangi gamtamoksliniai dalykai joms sekasi sunkiau nei vaikinams (Quinn, Lyons, 2011). Tačiau tokia socialinė nuostata gali būti grindžiama stereotipais, kurie nėra mokslškai pagrįsti – gali būti, jog merginos paprasčiausiai stokoja patirties suvokti abstrakčius dalykus (pvz., mašinos variklio turinį), kuriuos vaikinai išmano pakankamai gerai jau nuo vaikystės, nes tuo domėjosi, tokius objektus regėjo ir dar juos išmėgino atlikdami įvairius veiksmus. Todėl vizualizacija, kaip jau konceptualizuota teorinėje disertacijos dalyje, epistemologiškai gali padėti merginoms įgyti tą vizualiąją patirtį, kurią vaikinai turi dėl istoriškai susiklosčiusių socialinės aplinkos veiksnių. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų atskleisti nematomus objektus ir taip priartintų juos prie realybės, kurią merginos sieja su socialine tikrove. Svarbu tirti filosofines, socialines, psichologines ir edukacines abiejų lyčių sąveikos su konkrečiais vizualiaisiais artefaktais skirtumų ir panašumų priežastis ir pasekmes konkrečiose aplinkose ir situacijose, orientuojantis į kognityvinių procesų ir motyvacijos veikdinimo požymių nustatymą. Ypač vertėtų empiriškai patikrinti, ar panašiomis sąlygomis merginų kognityviniai procesai veikia silpniau nei vaikinių, nes disertacijos tyrimų rezultatai reprezentuoja tik respondentų nuomonę, kuri gali būti paveikta antropologinių, socialinių ir psichologinių veiksnių, taip pat gali atspindėti merginų, kaip silpnesnės lyties savęs suvokimo, rezultatą. Tai suteiktų tikslesnės informacijos apie individualiai ir socialiai konstruojamo skirtingų lyčių ugdymo aspektus, kuriais remiantis būtų galima tobulinti ugdymo turinį, esant pagrįstam poreikiui – jį diferencijuoti, tikintis atitinkamai prognozuotų ir mokslškai sumodeliuotų poveikio rezultatų.

Tyrimais nustatyta, kad *vaikinai dažniau nei merginos ieško vizualizacijų* internete. Tai paaiškina tuo, kad šios lyties atstovai dažniau nei merginos sąveikauja su IKT, turi daugiau tam būtinų įgūdžių, greičiau juos įgyja, labiau savimi pasitiki ir mėgsta tokiu būdu leisti laisvalaikį. Verifikacinis tyrimas atkleidė, kad vaikinai dažniau naudojami internetu ir jame ieško vizualiųjų edukacinių artefaktų, nes siekia realizuoti kompensacinę funkciją, t.y., greitesniu būdu gauti reikiamą žinių ir įgyti įgūdžių, kurių negavo mokykloje dėl netinkamo elgesio ir dėmesingumo pamokos turiniui stokos. Taip pat nustatyta, kad laisvalaikio aplinkoje vaikinai *versus* merginos vizualizaciją taiko dažniau dėl išreikšto vartotojiško santykio su artefaktu – taip realizuojama ritualinė/hedonistinė funkcija, kurią paaiškina socialinės tikrovės konstravimas – kasdieninėje veikloje IKT yra pagrindiniai atributai, kurie yra mėgstami, vartojami, jais domimasi. Tyrimo rezultatai atskleidė 9–10 klasių vaikinių sąveiką su vizualiuoju artefaktu, tariamai pasireiškiančią kasdienėje tikrovėje. Sąveika nustatyta abstrakčiose, tariamose situacijose, todėl nėra aišku, ar, atlikus papildomus tyrimus, būtų nustatyti tie patys rezultatai konkrečiose aplinkybėse. Tęsiant tyrimus, vertėtų domėtis, kokių konkrečiai vizualizacijų vaikinai mėgsta ieškoti internete, kokios tų vizualizacijų charakteristikos (spalvos, dimensionalumas, reprezen-

tatyvumo lygmuo, statusas, interaktyvumas, abstraktumo lygis ir kt.) ir kokie yra konkretūs paieškų motyvai (ar jie susiję su konkrečia pamoka, namų užduotimis, asmeniniais poreikiais ir pan.), kaip sąveika su vizualizacija veikia savarankiško mokymosi procesus skirtingose edukacinėse aplinkose. Atsakius į šiuos klausimus, būtų galima tiksliau prognozuoti ir modeliuoti naujų kompiuterinių vizualizacijų taikymo poveikį vaikams ir mokinį orientuotos paradigmos realizavimo kontekste.

Lietuvos mokytojai daugiausia taiko realias ir popierines vizualizacijas, bylojančias apie klasikinės paradigmos mokymo paradigmos dominavimą ugdymo realybėje. Kompiuterinė vizualizacija taikoma rečiausiai ir jos vartojimas priklauso nuo darbo patirties – trumpesnį laiką mokyklose dirbantys mokytojai inovacijas diegia dažniau, o ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai riboja jų vartojimą. Tie pedagogai, kurie dirba pagal tradicinius metodus, įpratę taikyti realią vizualizaciją ir nesiekia jokių inovacijų diegimo. Būtent pastarosios grupės atstovams, jei reikia taikyti kompiuterinę vizualizaciją, pamokose pritrūksta laiko. Nustatyta, kad mokytojų patiriama laiko stoka ugdymo procese riboja kompiuterinės vizualizacijos panaudojimą ir mokytojams sukuria regresines sąlygas laiko valdymo kompetencijoms plėtoti socialinėje realybėje. Tą galima paaiškinti remiantis socialinės tikrovės konstravimo teorija, pozicionuojančia struktūrą, kuri įprasmina žmogaus gyvenimą laiko dimensijose, kadangi daugelis jį išgyvena skirtingai, subjektyviai, pagal įvairius laikiskumo lygmenis (Berger, Luckman, 1999). Pamokos laiko struktūra sukuria skirtingas sąmonės įtampas ugdytojams, todėl tiems, kurie remiasi klasikine mokymo paradigma, kompiuterinės vizualizacijos galimybės neaktualios, jos vertinamos kaip bevertės ar žalingos laiko ribojimo atžvilgiu, sukeliančios dezorientaciją pamokos planuotų veiksmų operacijose, kas ir sąlygoja destruktivyvą inovacijos atmetimą, kaip teisingą kasdieninio gyvenimo atributą, saugantį įprastos laiko struktūros elementus. Prievartinis (Berger, Luckman, 1999) laiko pobūdis socialinės realybės konstravimo kontekste paaiškina pedagogų stokojančių laiko valdymo kompetencijų, vengimą taikyti kompiuterinę vizualizaciją: nesugebėjimas taikyti IKT sukelia per didelės sąmonės įtampas ir sąlygoja artefaktų atmetimą, kaip vienintelį būdą pašalinti neigiamą dirgiklį, kliudantį efektyviai veikti tradicinėje laiko erdvėje. Įprastos tikrovės egzistavimas be inovacijų nesuteikia galimybių progresuoti pereiti į aukštesnį sąmoningumo ir pamokos efektyvumo lygį. Tai paaiškina kai kurių pedagogų skirtingą laiko suvokimą ir gebėjimo jį valdyti situaciją: vieniems kompiuterinė vizualizacija yra kliūtis efektyviai dirbti pamokose, nes patiriama laiko ir IKT valdymo kompetencijų stoka; kitiems kompiuterinė vizualizacija sukuria palankias sąlygas tobulėti ir sutaupyti laiko veikloms, efektyvinančioms ugdymo proceso veiksnius ir didinančioms jų rodiklius. Subjektyvus laiko pojūtis diferencijuoja pedagogus profesinėje veikloje ir, kaip matyti iš tyrimo, suskaido į dvi grupes.

Mokslinėje literatūroje projektuojama, kad edukacinis procesas bus itin modernizuotas (Anderson, Groulx, Maninger, 2010; Anderson, Maninger, 2007; Birch, Irvine, 2009; Chen, 2010; Niederhauser, Perkmen, 2008; Smarkola, 2007; Wu, Chang, Guo, 2008; Maddux, 2008; Maddux, Johnson, Willis, 2011; Maddux, Johnson, 2011; Maddux, Liu, Li, Sexton, 2011). Tuo remiantis nustatyta, kad apklausti mokytojai taip pat numano kompiuterinės vizualizacijos taikymo progresą ateityje, kas sąlygoja teorinių mokslinių ir praktinių implikacijų panašumą, leidžiantį manyti, kad eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų taikymo gamtamoksliniame ugdymo tyrimai yra ir ateityje tikrai bus aktualūs. Remiantis tyrimo rezultatais, sukonstruotu modeliu ateityje vertėtų tikrinti konkrečių vizualizacijos priemonių taikymą pamokose, keliant klausimus – ar egzistuoja tie patys teigiami veiksniai skirtingose klasėse, skirtingų gabumų mokinių grupėse, heterogeniškais lyties, mokymosi poreikių, edukacinių aplinkų ir veiklų aspektais. Naujų tyrimų rezultatai sudarytų įrodymais grįstą pagrindą konceptualiai plėtoti vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme raišką ir moksliniu, ir praktiniu lygiu, konstruojant edukacinį procesą ir mokinį orientuotos paradigmos kontekste.

IŠVADOS

Disertacijos teorinio konteksto išvados ir apibendrinimai

- Vizualizacija neatsiejama nuo vaizdo ontogenezės – pamatinės kilmės, paskatinusios multidimensinių ir multimodaliųjų eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų atsiradimą. Vaizdo ontogenezė progresuoja formuodama žmogaus sąmonės intencionalumą sudėtingesnei metakultūros ateičiai, kurioje subjektas paprasčiau suvokia ir įsisavina didesnius informacijos kiekius, konstruoja savo žinias, eliminuoja episteminius ribotumus. Vizualizacija postmodernizmo kontekste keičia tradicinį subjekto santykį su vaizdu, t. y., dekonstruojama ir rekonstruojama riba tarp objekto ir subjekto, todėl stiprėja besimokančiojo sąveika su interaktyviomis eksternalizuotomis vizualiosiomis reprezentacijomis. Vaizdų tobulumas, reprezentuojantis nereprezentuojamumą (nematomybę) skatina poreikį juos pažinti, kaip visuotiną kalbą, lygiavertę žodinei. Vizualieji artefaktai suteikia besimokančiajam galimybę atrinkti svarbiausius elementus iš informacijos chaoso ir sujungti juos į visumą, skatina suprasti ir valdyti sinergetinius procesus. Išorinės vizualizacijos internalizavimas vyksta cikliška, palaipsniui konstruojant modelius ir juos siejant su verbaline informacija, todėl sinergetinis artefakto aiškinimas pagrindžia jo laikinumą, dimensijų įvairovę, kaitą edukacinio virsmo ir mokslo progreso kontekste. Globalizacija įprasmina homogenizuotą eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų atskleidimą kaip paprastai suvokiamą skirtingų poreikių ir gebėjimų mokiniams, kuriems mokslinės idėjos apie gamtos mokslų objektus transliuojamos generalizuotu pavidalu. Globaliai susisteminta ir laisvai kompiuterinėmis technikomis prieinama vizualizacija priartina įvairių kultūrų ir skirtingų mokymosi lygių besimokančiuosius homogenizuotam pasaulio supratimui, kuriame informacija ir žinios sąveikauja su subjektais, nuolat atnaujinamos ir papildydamos viena kitą. Holistiškai edukacinio proceso veiksnius siejanti globalizacijos idėja ir reali jos raiška sukuria stimulą pedagogams ieškoti tobulėjimo galimybių – integruoti įvairias inovacijas, susijusias su kompiuterine multimodalią vizualizacija, mokyti jas įvaldyti, taip taupant laiką ir keičiant tradicinį vaidmenį į konsultanto, patarėjo, moderatoriaus, vykstant edukacinio proceso virsmams.
- Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų statusas gali būti skirstomas į realųjį ir metarealųjį (menamą). Realusis statusas įvairiais lygmenimis (Makro-, sub-mikro-) atskleidžia natūralioje gamtoje egzistuojančius objektus ir procesus, kuriuos galima pamatyti plika akimi. Metastatusas makrolygmenyje atskleidžia artefaktus, perteikiamus kaip realiai egzistuojančius (virtuali, papildyta realybe, simuliacijos), todėl jų dimensionalumas būna ne mažesnis nei 2D. Metastatuso sub-mikrolygmens vizualiosios reprezentacijos eksternalizuojamos talkinant visuotinai objektyvizuotiems 2D–3D kodams – grafikams, diagramoms, fotografijoms ir kt., simbolinio lygmens – simboliais (ženklai, trumpiniai, lygtys). Edukacinėje realybėje taikomos įvairios sudėtingų reiškinių ir objektų reprezentavimo vizualizacijos, kurios gali būti klasifikuojamos į realias (tikros medžiagos ir daiktai), popierines (plakatai, schemas, nuotraukos, paveikslai, žemėlapiai, atspausdinti popieriuje) ir kompiuterines (internetas, virtualios erdvės, simuliacijos, interaktyviosios lentos ir kt.). Pastarosios priemonės pasižymi multidimensionalumu ir multimodalumu, todėl jų taikymas sukuria palankias sąlygas mokymui(si) konstruojant mokinių žinias ir gilinant jų gebėjimus biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Vizualizacijos sąvokos, minimos moksliniuose darbuose, vartojimas 1990–2011 m. laikotarpiu kiekvienais metais padidėdavo 15–30 proc., priklausomai nuo konkrečios priemonės ir disciplinos (daugiausiai sąvoka vartota matematikos, geografijos, fizikos, o mažiausiai – biologijos sričių publikacijose). Progresyviausiai akcentuota multidimensinė ir multimodalinė kompiuterinė vizualizacija fizikos dalyko internetinėje aplinkoje – sąvokos vartojimo skaičius minėtu laikotarpiu išaugo daugiau kaip aštuoniasdešimt kartų.
- Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų privalumai atskleidžiami poveikiu subjektų kognityviniams procesams, vaizdiniam ir verbaliniam mąstymui, mokymosi motyvacijai ir teigiamoms emocijoms kognityvinio konstruktyvizmo realizavimo prielaidose. Multimodalinės ir multidimensinės vizualizacijos taikymas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose sukuria socialiai konstruojamas prielaidas besimokančiųjų žinių ir informacijos kūrimui sąmonėje, žinių ir gebėjimų įtvirtinimui, tikrinimui, verbalinių ir vizualiųjų įgūdžių formavimui.

Vizualizacijos taikymas edukacinėje realybėje sukuria prielaidas kognityvinių ir socialinių veiksmų aktyvavimui, sąlygojančiam kokybiškesnį ugdymo procesą, kolegiškesnį mokytojo ir mokinio santykius, laisvesnę, kūrybiškesnę ir įdomesnę mokymosi aplinką. Atskleisti privalumai gali būti homogeniškai panaudojami visų mokinių mokymui(si), nors egzistuoja ir heterogeniški ypatumai: merginų *versus* vaikinių mokymosi pasiekimai ir motyvacija gamtamoksliniame ugdyme žemesni, ateitis rečiau siejama su chemija, fizika ir matematika, sąveikavimas su kompiuterinėmis technologijomis silpnesnis, o kompiuterio poreikis orientuotas į episteminių tikslų įgyvendinimą – tai kontroversiška vaikams, siekiantiems virtualios erdvės kaip kasdienio socialinio gyvenimo atributo. Realizuojant konstruktyvistinę paradigmą kompiuterinė vizualizacija gali būti pasitelkta abiejų lyčių kognityviniams gebėjimams tobulinti ir motyvacijai stiprinti – būtų sukurtos vaikams socialiai įdomios, o merginoms epistemiskai patrauklios edukacinės aplinkos.

- Psichologinio diskurso kontekste vizualizacijos taikymas galėtų sąlygoti subjekto kognityvinių procesų veikdinimą (stimulavimą) – talkinant išorinių multimodalinių ir multidimensinių eksternalizuotų reprezentacijų artefaktui, derančiam su verbaline informacijos pateiktimi, sudėtingi ir plika akimi nematomi reiškiniai bei objektai būtų suvokiami lengviau ir greičiau, labiau susitelkus. Šiame procese mokiniai tiksliau įsivaizduotų priimamą informaciją teisingų dvigubo kodavimo mentalinių modelių pavidalu, ilgiau ją išlaikytų atmintyje. Vizualizacija, kaip episteminio ribotumo eliminavimo tarpininkė, aktyvindama suvokimą, atmintį, dėmesį ir vaizduotę, turėtų skatinti ir mokymosi motyvaciją, nes vaizdinio artefakto sąveikavimo su mokiniu metu sukuriama įdomios, savalaikės edukacinės veiklos ir aplinkos, sąlygojančios teisingai suvoktos ir įsivartintos asmeninės patirties įgijimą ir plečiančios socialinės realybės konstravimo galimybę.

Disertacijos empirinių tyrimų rezultatų išvados

- 9–10 klasių mokiniai patiria mokymosi sunkumų gamtamoksliniuose dalykuose dėl kognityvinių procesų (suvokimo, dėmesio, atminties ir vaizduotės) veikimo ribotumo, kurie taip pat nustatyti ir kaip dalykų nesupratimo priežastys. Pastarosios priskiriamos pamokų temų atskleidimo (perteikimo) problemos – neaiškus plika akimi neregimų objektų ir reiškinų išdėstymas taikant verbalines reprezentacijas, vizualizacijų, palengvinančių kognityvinių procesų veiklą, stoka. Reikiamą žinių, įdirbio bei praktikos stoka, silpna mokymosi motyvacija ir sąmonėje dominuojantys stereotipai, kad gamtos mokslai – per daug sudėtingi, taip pat sunkina mokinių sėkmingą mokymąsi. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos, objektyvizuotai pateikiamos mokiniams gamtos mokslų pamokose, gali būti kaip episteminio ribotumo eliminavimo priemonė, reikalinga sunkiai įsisavinamoms ir / arba visoms temoms, kad aktyvintų kognityvinius procesus, skatintų mokymosi motyvaciją ir savarankišką praktikavimąsi ne tik klasėje, bet ir namų aplinkoje (ypač leidžiant laisvalaikį internete). Tuomet sudėtingi reiškiniai ir objektai taptų aiškesni, labiau sietini su realiu gyvenimu ir jo pažinimo formomis.
- Remiantis mokytojų ekspertų nuomonės rezultatais identifikuojama, kad gamtos mokslų disciplinose dominuoja klasikiniai mokomąją informaciją perteikiantys vizualizavimo metodai ir būdai, kurių vartojimas per pastaruosius penkerius metus tendencingai mažėjo ir prognozuojama – mažės ateityje. Įsivyravus konstruktyvistinei edukacinei paradigmai subjektų sąmonėje, pedagogai taikys paveikesnes multidimensines eksternalizuotas vizualiąsias reprezentacijas, kurių trūkumą šiandieninėje situacijoje lemia silpna mokyklų materialinė bazė, mokytojų nekompetencija naudotis kompiuterinėmis technologijomis, konsultantų šioje srityje stoka, negatyvus mokyklos atstovų požiūris į inovacijas. Pedagogai akcentuoja, kad profesionaliai (kokybiškų, diferencijuojančių ugdymo turinį, mažinančių darbo apkrovą, pritaikytų savarankiškam mokinių mokymuisi ir atitinkančių bendrojo lavinimo mokyklos turinį ir temas) lietuvių kalba parengtų vizualiųjų artefaktų taikymas ugdymo procese reikšmingas dėl galimybių aktyvinti mokinių kognityvinius procesus, jų mokymosi motyvaciją, sukurti stipresnį grįžtamąjį ryšį ir palankesnes edukacines sąlygas.
- Remiantis 9–10 klasių mokinių nuomone, homogeniškai įvardijusiems vizualizacijos, kaip artefakto mediatoriaus būtinumą konkrečiame dalyke, aktyvėja kognityvinių procesų veikla: lengviau ir greičiau suvokiama sudėtinga bei abstrakti informacija, ilgiau išlaikomas susikaupimas

ir koncentravimasis į mokomąjį turinį, teisingiau įsivaizduojami neregėti ir anksčiau tik verbaliniais kodais reprezentuoti objektai bei jų tarpusavio sąveikos, išmokta medžiaga išlieka ilgalaikėje atmintyje. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas gamtamoksliniame ugdyme skatina 9–10 klasių mokinių, remiantis jų nuomone, mokymosi motyvaciją: didėja noras gilintis į to dalyko temų turinį, papildomai domėtis gamtamoksliniais objektais, būti aktyvesniems ir interaktyviau įsitraukti į pamokos veiklas. Vizualizacijos lengvintų ir mokinių savarankiško darbo procesus, susijusius su praktiniu žinių realizavimu – ugdytiniams būtų lengviau pritaikyti žinias įvairioje teorinėje ir praktinėje atsiskaitomojoje veikloje.

- Remiantis Lietuvos mokytojų nuomone, *realios* vizualizacijos taikymas per pastaruosius penkerius metus pasikeitė nežymiai, labiausiai padažnėjo matematikos, fizikos ir biologijos pamokose, tačiau per artimiausius penkerius metus dažnėjimas neprognozuojamas. Ugdymo procese realias vizualiųjų reprezentacijų priemones heterogeniškai taiko pagal disciplinas (matematikai – lentą, fizikai – prototipus, chemikai ir biologai – bandymus) ilgametės mokymo patirties turinti pedagogų populiacija. *Popierinę* vizualizaciją darbo praktikoje taiko pusė ir mažiau nei pusė respondentų heterogeniškai pagal disciplinas (matematikai – schemas, grafikus ir geometrinės figūras, biologai – grafikus, geografi – žemėlapius). Per pastaruosius penkerius metus šios eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos taikymo pokytis edukacinėje realybėje pastebimas tik kai kurioms priemonėms jas naudojant heterogeniškose pedagogų grupėse, priklausomai nuo darbo patirties – trumpesnį laiką mokyklose dirbantys pedagogai popieriuje reprezentuotus artefaktus taiko dažniau nei didelę darbo patirtį turintys kolegos. Artimiausioje ateityje prognozuojamas plakatų, nuotraukų ir įvairių schemų vartojimo progresas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. *Kompiuterinė* vizualizacija taikoma rečiau nei iš visų kitų rūšių, tačiau per pastaruosius penkerius metus jos vartojimas progresavo daugiau nei kitų: mokytojai pradėjo dažniau naudoti interneto tinklalapius, kompiuterio ekrane rodomus bandymus ir įvairaus pobūdžio schemas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Kai kuriais aspektais multimodaliųjų ir multidimensinių eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas skiriasi: ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai riboj(-a) jų vartojimą; biologijos ir geografijos pedagogai daugelį šios rūšies priemonių ugdymo procese taiko daugiau nei chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai. Prognozuojamas progresinis kompiuterinės vizualizacijos (ypač interneto tinklalapių, interaktyviųjų lentų, skaidrių) taikymas artimiausioje ateityje. Labiausiai tam pritaria mažesnė darbo praktiką mokykloje turintys mokytojai.
- Remiantis homogeniška pedagogų nuomone, labiausiai vizualizacija skatintų mokinių aktyvumą, sąmoningą intencionalumą susikaupti ir gilintis į temą gamtos moksluose. Biologijos, geografijos ir chemijos mokytojai daugiau nei fizikai ir matematikai įsitikinę, kad vizualieji artefaktai beveik visais aspektais teigiamai veikia mokinių savarankišką mokymąsi ir motyvaciją – taip sukuriama sąlyga postmodernios edukacinės paradigmos raiškai ugdymo realybėje. Matematikos mokytojai mažiausiai įsitikinę vizualizacijos poveikumu aktyvinant kognityvinius procesus. Mažiausiai pedagogai tikisi, kad eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas gamtamoksliniame ugdyme 9–10 klasių mokiniams galėtų turėti lemiamą poveikį papildomai ugdytiniams domėtis dalykais ir įvairios informacijos apie dalykus paieškai internete. Mokytojų ir mokinių nuomonės sutampa vertinant vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams ir motyvacijai 9–10 klasių ugdytiniams mokantis biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos – eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos talkina aktyvinant suvokimo, atminties, dėmesio ir vaizduotės procesus.
- Merginų nuomone, joms labiau nei vaikams vizualizacija padeda aktyvinti kognityvinius procesus ir skatina mokymosi motyvaciją. Tyrimo rezultatų verifikacija atskleidžia, kad merginoms, labiau nei vaikams, eksternalizuotos vizualios reprezentacijos sukuria geresnes sąlygas įsisavinti kitomis priemonėmis sunkiau suprantamą informaciją. Dėl moteriškos *versus* vyriškos lyties ypatumų – veiklumo, imlumo, emocionalumo, kūrybingumo, didesnio brandumo, stropumo, darbštumo, dėmesingumo, aktyvumo, praktinių įgūdžių bei vaizdinio mąstymo stokos pamokose, vizualizacija padeda konstruoti veiksmingesnį merginų mokymo(si) procesą. Vaikiniai dažniau nei merginos ieško vizualizacijų internete. Verifikuojant minėtą skirtumą nustatytos dvi pagrindinės (mokytojų ir mokinių įvardijamos) priežastys, pasireiškiančios aplinkose. Vaikiniai

versus merginos per pamokas dažniau kalba tarpusavyje, yra mažiau dėmesingi, dažniau tingi ir rečiau domisi gamtamoksliniais dalykais, todėl mokymosi aplinkoje, pasitelkdami eksternalizuotą vizualiųjų reprezentacijų paieškas internete, jie siekia realizuoti *kompensacinę funkciją*, t.y., greitesniu būdu gauti reikiamas žinias ir įgyti įgūdžius. Dėl dominuojančio 9–10 klasių vaikinių *versus* merginų neveiklumo biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose silpnėja ir jų kognityvinių procesų veikimas, todėl vizualizacija pasitelkiama kaip stimuliuojantis ir įgalinantis veikti artefaktas mokymosi aplinkoje, kurioje taip pat gali reikštis padidėjęs poreikis įsisavinti žinias. Laisvalaikio aplinkoje vaikinai *versus* merginos vizualizaciją taiko dažniau dėl išreikšto vartotojiško santykio su artefaktu – kasdienėje veikloje jie domisi, naudojami kompiuteriu ir internetu, todėl taip realizuojama *ritualinė / hedonistinė funkcija*. Pastaroji stiprinama ir dėl greitesnio, lengvesnio informacijos prieinamumo, mažinančio mokymosi apkrovą ir pastangas laiko valdymo kontekste. Didesnis devintų *versus* dešimtų klasių mokinių poreikis vizualizacijai rašant atsiskaitomuosius darbus paaiškinamas patirties stygiumi šiame amžiuje, kas dar kartą atskleidžia vizualizacijos, kaip sąmonės progresą skatinančios priemonės atitinkamuose ugdymo kontekstuose, privalumus ir būtinumą siekiant veiksmingo ugdymo.

REKOMENDACIJOS

Diegiant vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinį modelį, rekomenduojama:

1. Vadovėlių autoriams, kompiuterinių priemonių rengėjams, leidyklų vadovams:

- Parengti lietuvių kalba kokybiškas, lengvai valdomas, diferencijuojančias ugdymo turinį, mažinančias mokytojų darbo krūvį, atitinkančias bendrojo lavinimo mokyklos turinį ir tematikas vizualizacijos programos, kurias būtų galima taikyti 9–10 klasių biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Vizualiuosius artefaktus vertėtų derinti su žodine informacija, kad jie atliktų aiškinamąją funkciją, padėtų besimokantiems suprasti vizualizuotus sudėtingus objektus ir procesus, ypač jei jie nematomi realioje aplinkoje.
- Parengti vizualizacijos programas, pasižyminčias aukštu interaktyvumu (simuliacijos, virtuali aplinka ir pan.) ir pritaikytas savarankiškam mokinių mokymuisi namuose. Naudodamiesi vizualiais artefaktais mokiniai galėtų tobulinti ir gilinti savo gamtamokslines žinias, didinti gamtamokslinį raštingumą, išgyventi sėkmės pojūtį jiems įdomioje edukacinėje aplinkoje, kurioje vizualizacija atliktų tarpininko, „vyresniojo partnerio/mokytojo“ vaidmenį subjektams individualiai konstruojant savo žinias.

2. Mokslininkams:

- Bendradarbiaujant su vadovėlių autoriais, kompiuterinių priemonių rengėjais ir leidyklų vadovais kurti kokybiškas vizualizacijos programas, kurias taikant būtų galima sėkmingai realizuoti psichoedukacinį modelį. Padėti minėtą ar panašių grupių subjektams atlikti mokslinius priemonių taikymo ir modelio diegimo eksperimentus, kurių rezultatai atskleistų artefaktų kokybę, nurodanti jų trūkumus, kuriuos būtų eliminuoti iki priemonės gamybos pradžios.
- Bendradarbiaujant su mokytojais, praktikoje išbandyti sukurtas priemones, moksliškai jas aprobuoti, įvertinanti jų tobulinimo galimybes.
- Kartu su priemonių kūrėjais organizuoti mokytojams vizualizacijos taikymo seminarus/kursus, kuriuose ugdytojai gautų esminę informaciją – kaip valdyti priemonę, kokios yra jos galybės ir trūkumai, kokioms temoms ji skirta ir kaip ji pagerintų mokytojų darbo ir mokinių mokymosi kokybę.

3. Mokytojams:

- Ieškoti inovatyvių vizualizacijos programų, taikyti jas gamtamokslinio ugdymo procese, įvertinti mokinių nuomonę pasitelkus rekomenduojamą tyrimo instrumentą, patikrinti, ar psichoedukacinio modelio diegimas yra veiksmingas, ir taip prisidėti prie postmodernios edukacinės paradigmos, orientuotos į mokinį, įtvirtinimo.
- Bendradarbiauti su mokslininkais, vadovėlių ir kompiuterinių programų kūrėjais, leidyklų vadovais eksperimentiniame vizualizacijos priemonių kūrimo ir išbandymo procese, teikti metodines priemones tobulinimo rekomendacijas.
- Įsitikinus, kad esama kokybiškų vizualizacijos programų, skirtų mokinių savarankiškam mokymuisi namuose, skatinti mokinius jas naudoti, akcentuojant jų svarbą ir teigiamą poveikį besimokančiųjų kognityviniams procesams, motyvacijai, žinioms ir gamtamoksliniam raštingumui.

INFORMACIJA APIE DISERTACIJOS AUTORE

Renata Bilbokaite yra Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centro jaunesnioji mokslo darbuotoja. 2009–2012 metais studijavo edukologinės krypties doktorantūroje.

Disertacijos rengimo laikotarpiu doktorantė vykdė tyrimus ir ne disertacijos tematika. Per 4 metų laikotarpį paskelbė daugiau kaip 100 mokslinių straipsnių moksliniuose žurnaluose, aprobuotuose tarptautinių konferencijų leidiniuose, perskaitė apie 80 pranešimų tarptautinėse ir respublikinėse mokslinėse bei praktinėse konferencijose, skaitė nemokamas lekcijas mokytojams, stažavosi Gotenburgo universitete (Švedija), Talino ir talino technikos universitetuose (Estija), Jyvaskylos universitete (Suomija), Mariboro universitete (Slovėnija). Bendradarbiaudama su kitų šalių mokslininkais vykdė ir publikavo tarptautinius gretinamuosius tyrimus gamtamokslinio ugdymo srityje.

Mokslinių interesų sritys: vizualizacijos taikymo aspektai gamtamoksliniame ugdyme, aukštojo mokslo kokybės valdymas, pedagogų įvaizdis.

Adresas: Šiaulių universitetas, Edukologijos fakultetas,
P. Višinskio g. 25–118, LT–76351 Šiauliai, Lietuva.
Tel. (8 41) 595 736, el. p. renata.bilbokaite@inbox.com

Renata Bilbokaitė

**PSYCHO-EDUCATIONAL FACTORS OF
APPLYING VISUALISATION IN
SCIENCE EDUCATION**

Summary of Doctoral Dissertation
Social Sciences, Education Studies (07 S)

SL 843. 2012-09-20. 4,3 aut. apsk. l. Tiražas 40. Užsakymas 80.
Išleido VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, P. Višinskio g. 25, LT-76351 Šiauliai.
El. p. leidykla@cr.su.lt, tel. (8 ~ 41) 59 57 90, faks. (8 ~ 41) 52 09 80.
Spausdino UAB „Šiaulių knygrišykla“, P. Lukšio g. 9A, LT-76207 Šiauliai.