

VILNIUS UNIVERSITY

ROMAN VORONOVICH

**EDUCATION OF PUPILS' COGNITIVE SKILLS THROUGH APPLICATION OF
VIRTUAL AND REAL EXPERIMENTS DURING CHEMISTRY LESSONS**

Summary of Doctoral Dissertation

Social Sciences, Educational Sciences (07S)

Vilnius, 2013

The research was performed at the Department of Educology, Faculty of Philosophy, Vilnius University in 2008-2013.

Scientific Supervisor:

Doc. dr. **Giedrė Purvaneckienė** (Vilnius University, Social Sciences, Educology – 07S)

The dissertation will be defended at Vilnius University Education research Board:

Chairman:

Doc. dr. **Tatjana Bulajeva** (Vilnius University, Social Sciences, Educology – 07S)

Members:

Prof. dr. **Lilija Duoblienė** (Vilnius University, Social Sciences, Educology – 07S)

Prof. dr. **Vincentas Lamanaukas** (Šiauliai University, Social Sciences, Educology – 07S)

Prof. habil. dr. **Gediminas Merkys** (Kaunas University of Technology, Social Sciences, Sociology – 05S)

Prof. dr. **Rimantas Raudonis** (Vilnius University, Physical Sciences, Chemistry – 03P)

Official Opponents:

Prof. habil. dr. **Vilija Targamadžė** (Vilnius University, Social Sciences, Educology – 07S)

Prof. dr. **Algirdas Šulčius** (Kaunas University of Technology, Physical Sciences, Chemistry – 03P)

The public defense of the dissertation will be held at Vilnius University, Faculty of Philosophy, room 201 on September 20th, at 12 a. m. Address: Universiteto str. 9/1, LT-01513, Vilnius, Lithuania. Tel.: +370 5 2667606, Fax. +370 5 2667600, e-mail: fsf@fsf.vu.lt.

The summary of the dissertation was posted and sent out on 20 of August, 2013.

The dissertation is available for review at Vilnius University Library. Address: Universiteto str. 9/1, LT-01122, Vilnius, Lithuania.

VILNIAUS UNIVERSITETAS

ROMAN VORONOVICH

**MOKINIŲ PAŽINTINIŲ MOKĖJIMŲ UGDYMAS PANAUDOJANT REALŲ
IR VIRTUALŲ EKSPERIMENTĄ CHEMIJOS PAMOKOSE**

**Daktaro disertacijos santrauka
Socialiniai mokslai, edukologija (07S)**

Vilnius, 2013

Disertacija rengta 2008-2013 metais Vilniaus universitete, filosofijos fakultete, edukologijos katedroje.

Mokslinė vadovė:

Doc. dr. **Giedrė Purvaneckienė** (Vilniaus universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Disertacija ginama Vilniaus universiteto Edukologijos mokslo krypties taryboje:

Pirmininkas:

Doc. dr. **Tatjana Bulajeva** (Vilniaus universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07S)

Nariai:

Prof. dr. **Lilija Duoblienė** (Vilniaus universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07S)

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

Prof. habil. dr. **Gediminas Merkys** (Kauno technologijos universitetas, socialiniai mokslai, sociologija – 05S)

Prof. dr. **Rimantas Raudonis** (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, chemija – 03P)

Oficialieji oponentai:

Prof. habil. dr. **Vilija Targamadzė** (Vilniaus universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07S)

Prof. dr. **Algirdas Šulčius** (Kauno technologijos universitetas, fiziniai mokslai, chemija – 03P)

Disertacija bus ginama viešame Edukologijos mokslo krypties tarybos posėdyje, kuris įvyks 2013 m. rugsėjo mėn. 20 d., 12 val. Vilniaus universitete, Filosofijos fakultete, 201 auditorijoje. Adresas: Universiteto g. 9/1, LT-01513, Vilnius.

Disertacijos santrauka išsiųsta 2013 m. rugpjūčio mėn. 20 d.

Su disertacija galima susipažinti Vilniaus universiteto bibliotekoje. Adresas: Universiteto g. 9/1, LT-01122, Vilnius.

CONTENT OF THE DISSERTATION

INTRODUCTION.....	5
1. THEORETICAL ANALYSIS OF COGNITIVE SKILLS EDUCATION DURING CHEMISTRY LESSONS.....	14
1.1. Problems of cognitive skills concept.....	14
1.1.1. Cognitive skills concept.....	15
1.1.2. The place of cognitive skills in psycho pedagogical theories and educational goals taxonomy.....	23
1.2. Cognitive skills education through chemistry lessons.....	31
1.2.1. Contemporary challenges of chemistry didactics.....	31
1.2.2. Cognitive skills education through chemistry laboratory tasks.....	31
1.3. Application of information and communication technologies for chemistry learning.....	40
1.3.1. Distribution of cognitive load by the means of ICT.....	41
1.3.2. Formation of visual chemical objects.....	43
1.3.3. Characteristics of chemistry learning computerized tools.....	47
1.4. Theoretical model of cognitive skills expression during chemistry lessons in the ninth grade.....	52
2. METHODOLOGY OF COGNITIVE SKILLS RESEARCH.....	61
2.1. Methodological provisions and design of the research.....	63
2.2. Application method for theoretical model of cognitive skills expression.....	69
2.3. Goal and tasks of diagnostic research.....	78
2.3.1. Methodology and organization of diagnostic research.....	79
2.4. Goal and tasks of educational project research.....	85
2.4.1. Methodology and organization of educational project research.....	86
3. THE DATA OF RESEARCH ON COGNITIVE SKILLS EDUCATION THROUGH APPLICATION OF REAL AND VIRTUAL EXPERIMENTS DURING CHEMISTRY LESSONS IN THE 9TH GRADE.....	97
3.1. The results of diagnostic research.....	98
3.2. The results of cognitive skills education during chemistry lessons.....	103
3.2.1. Changes of cognitive skills levels inside the investigatory classes.....	104
3.2.2. Comparison of cognitive skills education results in virtual and real classes...111	
3.3. Inner consistency of cognitive skills levels and cohesion with psycho pedagogical characteristics of the classes.....	121
3.4. Cohesion between the results of cognitive skills education and socio demographic data of the classes.....	125
3.5. Pupils' reflection on educational project activities.....	132
3.6. Pupils' attitude towards real and virtual chemistry experiments: interview data analysis.....	140
DISCUSSION.....	147

CONCLUSIONS.....	152
RECOMMENDATIONS.....	154
LITERATURE.....	155
APPENDIXES.....	167

INTRODUCTION

Relevance of the research. Declared goals of education are evolving according to the needs of society. In the beginning of XXI century developed information and communication technologies (ICT) have changed the teaching and learning objectives, as well as the way of learning itself. All around the world, which is improving along with technologies, it seems that important technological development, touching various spheres of life, brings good, innovative changes to the education system. However, today, in order to know something, one must first know the technologies, which are a medium between people and information. Knowledge and ability to know nowadays seem qualitatively different than 20 years ago, when ICT was not available to the general public yet. Technologies dictate new ways of understanding, new learning standards and aims.

In XXI century learning is often seen as a pragmatic activity oriented on acquisition of competencies. The memorization of factual knowledge is a completely obsolete learning strategy, since the information is easily accessible than ever before. Therefore, the aim of education is becoming the ability to use information and learn independently (Lithuanian Ministry of Education and Science. General secondary education programs. Order No. V-269, 2011). In this way, the formation and development of cognitive skills is becoming an important part of the educational process.

Cognitive skills education takes place during the lessons of all subjects, and especially it is activated by combining theoretical and practical activities. These activities are required to be tuned into chemistry lessons in secondary schools, so chemistry can serve as an effective tool for cognitive skills education.

ICT opportunities are realized better in the natural sciences than in the humanities, this is due to the empirical content of these sciences, which can be easily presented and conveyed with the help of ICT. Therefore, there are and appear a lot of

new computer programs that allow monitoring and performing natural science experiments virtually (computer simulation). The contribution of ICT is particularly relevant for chemistry classes in secondary schools, as the Ministry of Health restriction of chemical substances (order no. 532/742, 2003), the absence of appropriate conditions and the lack of laboratory tools in schools sometimes do not allow to carry out the necessary school chemistry course experiments. Furthermore, according to the strategy of the Ministry of Education and Science of the Republic of Lithuania (The Strategy of Implementation of Information and Communication Technologies into the General and Professional Education for 2008-2012. Order No. 2530, 2007) a teacher of any subject must use ICT in their lessons. During implementation of this strategy, schools were provided with chemistry computer software, websites with interactive materials for chemistry lessons were designed. As the opportunities to move natural science course content and experiments to a virtual environment have been created, and the performance of experiments in the reality requires much bigger human and material resources, it is likely that in the future virtual experiments will be used in schools more often than real, or will replace them completely. The problem arises – whether the teaching methods supported by ICT develop cognitive skills as effectively as traditional chemistry teaching methods?

Investigation of the problem. Modern scientists, investigating the use of ICT in chemistry and other science classes, say that simulation of chemical experiments, performed with the help of ICT, can serve as an effective teaching and learning tool (Martínez-Jiménez et al., 2003; Farrokhnia, Esmailpour, 2010), computer animation makes the understanding of chemical phenomena easier (Yang et al., 2003) and reduces the cognitive load (Josephsen, Kristensen, 2006). However, there are few works that examine the role of chemistry in developing cognitive skills. Among the others there is USA scientist Josephsen (2003), who states in his works that the use of ICT within the chemistry classes helps to develop lower-level cognitive skills. After analysis of different theoretical schools, the works of Russian scientists were emphasized. Cognitive skills education during chemistry classes was investigated by Usova and Bobrov (Усова, Бобров, 1988), however, these works were carried out before the spread of ICT. Since the prevalence and integration of ICT in schools is an unstoppable process, and the

influence of technologies on the development of cognitive skills is not well known, it was decided to fill this niche with a chemistry case and perform a scientific research.

Object of the research – education of cognitive skills during chemistry lessons for ninth grade pupils.

The aim of the research – investigate the influence of virtual and real chemical experiments on ninth grade pupils' cognitive skills education.

At the start of the research the **hypotheses** were:

1. Pupils' cognitive skills of factual knowledge acquisition are similarly developed performing both real and virtual chemical experiments.
2. Pupils, performing only virtual chemical experiments, do not develop high-level cognitive skills, which are developed by pupils, who perform real experiments.
3. Pupils, performing virtual chemical experiments, have stronger learning motivation, because it is fast, convenient and easy to carry out chemical experiments virtually.

To verify hypotheses it was planned to implement the following **tasks**:

1. To define cognitive skills, their levels and expression features in the mode of one of the modern education taxonomy.
2. To create and reason the theoretical model of cognitive skills expression during chemistry (9th grade) lessons.
3. To sample investigatory classes for the implementation of educational project activities.
4. To examine the investigatory classes' cognitive skills education effectiveness dependency on real and virtual chemical experiments as well as psycho-pedagogical and socio-demographical characteristics.
5. To analyse the reflection from investigatory pupils on educational project activities.

The research was based on several theoretical concepts: the constructivist learning theory emphasizing the learning process activation and targeting towards pupil's talents disclosure by creating his personal experience in the educational environment (Papert, 1980, and Novak, 2000; Выготский, 2006); Anderson's and Krathwohl's taxonomy of the educational goals (Anderson, Krathwohl, 2001; Krathwohl, 2002); triangulation of data analysis methods, when quantitative and

qualitative data is compared in order to analyze the results (Kardelis, 2002; Bitinas, 2006).

The **logical scheme** of the research required to disclose cognitive skills education during chemistry lessons (9th grade) dependency on learning environment is presented in Figure 1.

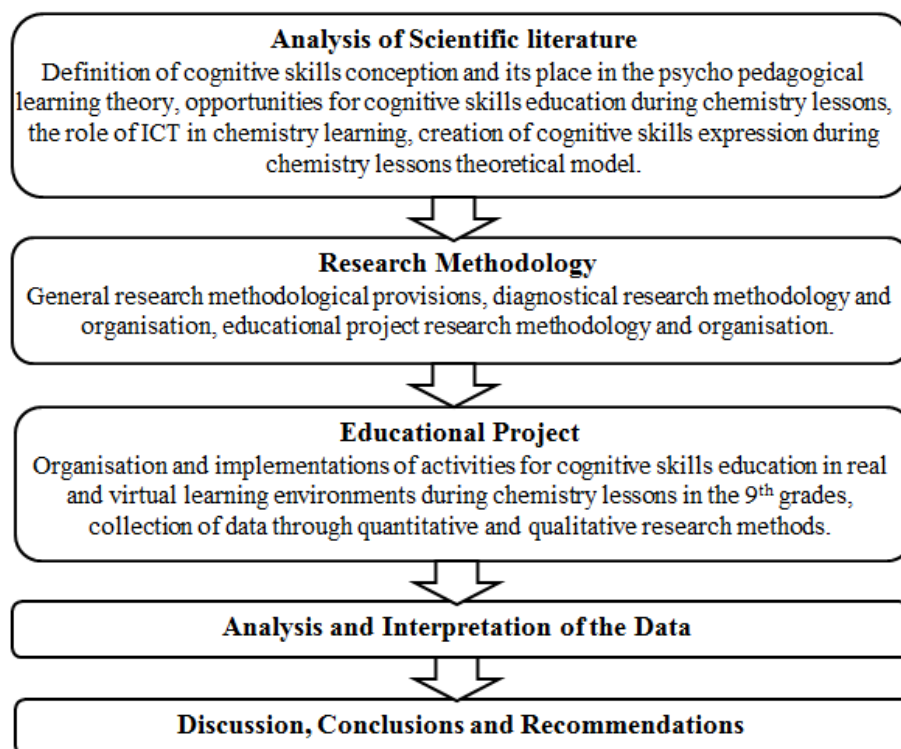


Figure 1. The logical scheme of the research on cognitive skills education during chemistry lessons (9th grade)

Research methods used in dissertation:

Theoretical. Analysis of educational sciences, cognitive psychology, educational psychology scientific studies and approved doctoral dissertations, strategic documents of Education and Science as well as Health ministries, general programmes of secondary education. Theoretical methods were applied to emphasize the relevance and novelty of the research, to define the research object and its expression features, to reason the empirical base of the research.

Empirical. Quantitative research methods: a) surveys, which helped to define the socio demographical status of respondents, examine the peculiarities of cognitive skills formation during chemistry lessons; b) sociometric tests were applied during

diagnostical research and helped to identify research-suited 9th grade classes; c) chemistry knowledge tests and laboratory tasks with double purpose – to measure the chemistry intelligence and levels of cognitive skills formation. Qualitative research methods: educational project, aiming to determine ninth grade pupils' cognitive skills education effectiveness dependency on real and virtual chemical experiments performed during the lessons; general framework interview with chosen pupils.

Triangulation method is used to compare the quantitative and qualitative research results and to evaluate cognitive skills education from a teacher, pupil and investigator positions.

The statistical analysis was applied to quantitative research data processing and evaluation. *Fisher's F-test* and *ANOVA* factorial analysis methods, *Pearson's correlation coefficient*, *Student's t-test*, *Cronbach Alpha* and *Chi-square* criteria were applied. The statistical data were processed using *SPSS* package version 20.0 and *Microsoft Office Excel 2007* software.

Scientific novelty of the data and its theoretical significance is revealed while summarizing educational project research results, which can be considered as contribution to the Lithuanian educational science. In order to perform the research the *cognitive skills* concept, which is almost not used by modern Lithuanian educologists, was purified and used. Having described cognitive skills characteristics, the theoretical model of cognitive skills expression during chemistry lessons was constructed. The theoretical model enables the researcher to select or create diagnostic tools to measure cognitive skills during chemistry lessons.

This work revealed theoretical and practical insights of the 9th grade pupils' cognitive skills education, enriching chemistry and natural science education didactics with new findings.

Practical significance of the work is a completed theoretical model which allows setting the ninth grade pupils' cognitive skills, to highlight the factors affecting these skills education, to develop strategies to optimize and improve the learning process. The theoretical model can be applied not only for ninth grade pupils, but also for evaluation of cognitive skills education during chemistry lessons in higher grades classes. Also the model can be used for testing cognitive skills through other subjects.

The results open up the possibility to identify the application limitations of virtual learning environment during chemistry and other natural science subjects' lessons. Data can encourage teachers and education organizers to pay attention not only to the innovation of methods, but also on their impact on students' cognitive skills, meaningful learning and education in a broad sense.

Approval of the dissertation statements

The research results were presented in conferences:

Chemistry in the school – 2012. The conference was held in Kaunas Technological University, Faculty of Chemical Technologies on 2 April, 2012. The title of presentation: “The Opinion of 9th Grade Pupils on Virtual Chemical Experiments”.

Chemistry Education – 2011. The conference was held in Latvia University, Faculty of Chemistry (Riga, Latvia) on 14-15 November, 2011. The title of presentation: “The Influence of Real and Virtual Experiments on Pupils' Achievements and Attitude towards Chemistry”.

Transformations of Education Policy: national, transnational and supranational discourse. The conference was held in Vilnius University, Faculty of Philosophy, 11-12 November, 2011. The title of presentation: “The Suitability of ICT Based Learning Methods for Chemistry Teaching”.

Information & Communication Technology in Natural Science Education-2009. The conference was held in Šiauliai University, 27-28 November, 2009. The title of presentation: “Understanding the Value of ICT in Chemistry Teaching”.

Social Educational Role of the Teacher: Reality and Expectations. The conference was held in Vilnius Pedagogical University (now the Lithuanian University of Educational Sciences) on 22 October, 2009. The title of presentation: “ICT Value in Chemistry Teaching: Analytical Review of Advantages and Disadvantages”.

Interdisciplinary Discourse in the Social Sciences-2. The conference was held in Kaunas Technological University, on 9 October, 2009. The title of presentation: “Pupils' Cognitive Skills Formation by Application of ICT during Chemistry Lessons”.

The structure of the dissertation. The dissertation consists of introduction, main terms glossary, three parts, conclusions, discussion, recommendations, list of literature and appendixes. There are 25 pictures, 37 tables, 16 appendixes in the dissertation. The work volume is 164 pages (without appendixes). 156 literature sources were used.

BRIEF REVIEW OF DISSERTATION CHAPTERS

1 chapter. Theoretical Analysis of Cognitive Skills Education during Chemistry Lessons

This chapter defines the concept of cognitive skills, analyses its points of contact with such concepts as proficiency, abilities and competences. In the chapter scientific works of Lithuanian (Jovaiša, 2007; Martišauskienė, 2010; Pukelis, 2009 ir kt.), USA (Eraut, 1990; Barnett, 1993 ir kt.), Russian (Усова, Бобров, 1988; Ильин, 2004; Холодная, 2004 ir kt.) and other authors are investigated in order to determine cognitive skills concept. Here the features of learning theories and the place of cognitive skills in learning theories are discussed. After survey on taxonomies of educational objectives (Bloom, 1956; Anderson, Krathwohl, 2001; Marzano, 2005) Anderson's and Krathwohl's taxonomy of cognitive process thinking skills was applied to describe the expression of cognitive skills during chemistry lessons.

In the chapter Lithuanian chemistry didactics development is discussed: programs of natural science education and textbooks are analysed, contribution of foreign countries to Lithuanian chemistry didactics is emphasized. Possibilities of cognitive skills education during chemistry lessons and the ICT input into chemistry teaching effectiveness are discussed. The exceptional benefits of ICT application are: the distribution of cognitive load (Вахтина, Вострухин, 2008; Farrokhnia, Esmailpour, 2010 ir kt.), the facilitation of formation of chemical objects visualizations (Cook, 2006; Šlekienė, Ragulienė, 2006; Burewicz, Miranowicz, 2005 ir kt.), the education of cognitive skills on reproductive level (Josephsen, Kristensen, 2006). After analysis of computer training software (*Crocodile Chemistry*, *VLab*, *ChemLab*, *Yenka* ir kt.), *Crocodile Chemistry* (*Crocodile Clips Ltd.*) was chosen as a tool for chemistry experiments demonstration and virtual laboratory works organization during the dissertation research.

After the analysis of various sections of cognitive skills education on chemistry lessons the theoretical model of cognitive skills expression during chemistry lessons was constructed (Table 1).

Table 1. The guideline for theoretical model of cognitive skills expression during chemistry teaching

Cognitive skills levels	Empiric cognitive skills features			
	a. Factual knowledge dimension	b. Conceptual knowledge dimension	c. Procedural knowledge dimension	d. Metacognitive knowledge dimension
1. Remember (reproductive)	Name	Recognize	Reproduce	Relate
2. Understand (reproductive)	Describe	Classify	Explain	Select
3. Apply (reproductive)	Answer	Suppose	Perform	Apply
4. Analyze (productive)	Choose	Exclude	Combine	Deconstruct
5. Evaluate (productive)	Check	Solve	Determine	Reflect
6. Create (creative)	Plan	Collect	Generate	Create

The structure of the theoretical model allows assigning cognitive skills to a certain cognitive level and the knowledge dimension, in which cognitive skills express. The theoretical model is then implemented in the dissertation empiric research.

Conclusions and generalizations of the first dissertation's chapter:

1. After the comparison of scientific practice of different countries it became clear that the essence of skills term differs from ability or proficiency terms. The cognitive skills term was chosen as the object of the dissertation because it is more appropriate for the educational sciences than cognitive abilities term, which is used in psychological sciences.

2. Analysis of scientific literature has shown that there is a small amount of researches on the effectiveness of ICT application in chemical education; furthermore there are few researches on ICT application for cognitive skills education.

3. In order to investigate the influence of real and virtual chemical experiments on cognitive skills and the effectiveness of these skills levels formation, the theoretical model of pupils' cognitive skills expression during chemistry lessons is offered.

4. According to the developed theoretical model cognitive skills are defined by four types of knowledge dimensions, highlighting the six cognitive skills levels. The constructed cognitive skills expression theoretical model enables the researcher to select or create cognitive skills testing tools, for that reason it is used to construct and perform dissertation research.

2 chapter. Cognitive Skills Research Methodology

The chapter describes aims, objectives, organizational features, methodological provisions and design of the diagnostic research and of the educational project.

Diagnostic research and educational project were based on these methodological provisions (Bitinas, 2006, 2006; Šiaučiukėnienė, Visockienė, Talijūnienė, 2006; Jovaiša, 2002; Kardelis, 2002; Papert, 1980): 1) systematics and consistency of educational process; 2) compatibility with the curriculum, and 3) activity and creativity of educational process. The organization of chemistry lessons during the educational project was followed by these principles (Пак, 2012; Иванова, Пак, 2008; Jovaiša, 2002; Чернобельская, 2000): cohesion with life, problem-based learning, engaged learning, visualization of teaching material and promotion of cognitive activity.

In the chapter detailed description is given to the application methodology of cognitive skills expression theoretical model, examples of the chemical tasks are given.

Conclusions and generalizations of the second dissertation's chapter:

1. The presentation of main provisions and principles of diagnostic research and educational project coherently showed that plans of diagnostic research and educational project meet the requirements of scientific researches, and are reasoned both in theory and practice.

2. When diagnostic research and educational project were completed the parameters of the research tools, which were used for the first time, were evaluated. Statistical analysis of the tests results shows that the chemical knowledge tests and the laboratory work tasks, applied for the pupils' cognitive skills proficiency measurements, meet the requirements of reliability and validity.

3 chapter. The Data of the Research on Cognitive Skills Education through Application of Real and Virtual Experiments during Chemistry Lessons in the 9th Grade

The chapter describes the diagnostic research results, which were used to select four investigatory classes for the educational project: two equal classes, one of which carried out only virtual chemistry experiments, and the other – only real ones; two mixed classes, which worked in both the virtual and the real environments. Educational project research data described in the chapter is directed to find a significant relationship between the four main components:

- pupils' cognitive skills education in virtual and real environment outcomes (measured by data of laboratory, tests and final test tasks);
- pupils' psycho pedagogical characteristics (measured during diagnostic research through general intelligence, mechanical and verbal perception, information perception tests);
- pupils' socio demographical data (measured using the close-ended questions in questionnaire);
- pupils' inner changes: learning motivation, interest, understanding of chemistry subject and learning obstacles (measured at semi structured interviews and through surveys).

A comparison of cognitive skills education results showed that for some pupils it is harder to remember (9.2% of the pupils) and to apply (10.3% of the pupils) educational materials studied in virtual environments ($p < 0.000$). Class test-retests data analysis confirms that the cognitive skills are better educated in the real environment ($p = 0.001$). The assessment of cognitive skills changes during entire educational project showed that cognitive skills of understanding, application, analysis and creation of students who performed real chemical experiments are higher by 9.5-12.3% ($p < 0.05$).

The analysis of investigatory classes' survey data showed that the virtual laboratory work stimulated interest in the chemistry subject less for the part (48.4%) of the pupils. Real laboratory work, in contrast, resulted in interest in the subject for the majority of school children (93.6%). Real and virtual laboratory works similarly exposed the pupils' skills to work accurately, consistently and well organized, but the performance of the virtual laboratory work gave the pupils opportunity to guess the result of the work, because they had the ability to repeat chemical experiments with different chemical reagents for many times. This reduced the effectiveness of learning.

Evaluation of classes' cognitive skills education outcomes and correlation with the psycho-pedagogical, socio-demographic parameters, learning motivation and interest in the subject led to the final conclusions of the dissertation.

CONCLUSIONS

1. Analysis of scientific literature and Lithuanian strategic education documents has shown that:

- Cognitive skill concept is more typical of educational sciences and cognitive ability – of the science of psychology, for that reason cognitive skills were chosen as the object of the dissertation;

- Recent Lithuanian educators rarely use the cognitive skills concept, because of that in the dissertation the concept and the consistent hierarchy of cognitive skills are presented;

- Cognitive skills – are the skills needed to acquire theoretical and practical knowledge in a process of cognition. Cognitive skills determine efficiency and effectiveness of cognitive process;

- Cognitive skills education intensifies when chemical experiments are performed, because during them theoretical knowledge is verified and substantiated in practice.

2. Scientific literature analysis has shown that there is no approved theoretical model, which allows to measure the effectiveness of ICT based teaching methods for cognitive skills education during chemistry lessons. For this reason the cognitive skills expression during chemistry lessons model was constructed. The model was based on Anderson's and Krathwohl's taxonomy and Usovo's and Bobrovo's insights on cognitive skills. Cognitive skills expression theoretical model is defined by four types of knowledge dimensions, distinguishing six cognitive skills levels.

3. The constructed cognitive skills expression theoretical model enables the researcher to select or create cognitive skills research tools. The research results presented in the dissertation were obtained with cognitive skills research tools used for the first time. These results show good statistical estimates of validity and reliability, and correlate with each other.

4. After four months lasting educational project, it was determined that cognitive skills results in the class where chemical experiments were performed virtually were on average 8.4% ($p < 0,000$) lower than in the class which performed real chemical experiments. This difference is very slight comparing cognitive skills of reproductive level between classes, however, the difference increases comparing cognitive skills of

productive and creative levels. The obtained results confirm the first and second hypotheses of the dissertation – pupils' cognitive factual knowledge acquisition skills are similarly developed performing both real and virtual chemical experiments, but the results of higher level cognitive skills education are better when the chemical experiments are performed in reality.

5. It was found that when chemical experiments are performed in the reality, the developed cognitive skills and knowledge are remembered for a longer period of time. Test-retest results of the class which performed chemical experiments virtually are statistically significantly smaller by 8.8% ($p=0,017$). Results collected with same test-retest in the class that performed real chemical experiments did not show statistically significant difference. Data collected through pupils survey and interview showed that these results were due to three main reasons:

- Most of the students who performed virtual chemical experiments have made a little use of their theoretical knowledge and have mostly tried to guess what reagents should be mixed in order to get a good work result. This way of performing the task cannot form long-term knowledge about chemical phenomena.

- Virtual laboratory tasks are not attractive to pupils; they provide information only in visual encoding, so in the long run there is the reduction of concentration, attention weakens. Actual laboratory work, on the contrary, is the most interesting chemistry classroom activity for pupils; their attention concentration is maximum, so the acquired knowledge is remembered for a longer period of time. This is also affected by different information codes: scents, colors, tactile sensations.

- Pupils who performed virtual experiments often could not see their benefits, so this method of learning was not taken seriously.

6. Pupils survey has shown that performance of chemical experiments in virtual learning environment is convenient and safe, but on the other hand, it does not inspire learning interest and can become a reason of decreased learning motivation. Virtual laboratory works lead to little pupils' interest; therefore, concentration maintenance difficulties might appear and lead to lower educational achievements. Survey data belies the third hypothesis – the learning motivation of pupils performing virtual chemical experiments is not increasing.

REZIUOMĖ

DISERTACIJOS TURINYS

IVADAS.....	5
1. PAŽINTINIŲ MOKĖJIMŲ UGDYMO CHEMIJOS PAMOKOSE TEORINĖ ANALIZĖ.....	14
1.1. Pažintinių mokėjimų sampratos problematika.....	14
1.1.1. Pažintinių mokėjimų samprata.....	15
1.1.2. Pažintinių mokėjimų vieta psichopedagoginėse mokymosi teorijose ir ugdymo tikslų taksonomijose.....	23
1.2. Pažintinių mokėjimų ugdymas per chemijos pamokas.....	31
1.2.1. Šiuolaikiniai chemijos didaktikos iššūkiai.....	31
1.2.2. Pažintinių mokėjimų ugdymas chemijos laboratoriniuose darbuose.....	36
1.3. Informacinių komunikacinių technologijų taikymas chemijos mokymuisi.....	40
1.3.1. Kognityvinės apkrovos paskirstymas IKT pagalba.....	41
1.3.2. Cheminių objektų vaizdinių formavimas.....	43
1.3.3. Chemijos mokomųjų kompiuterinių priemonių charakteristika.....	47
1.4. Pažintinių mokėjimų raiškos devintos klasės chemijos pamokose teorinis modelis.....	52
2. PAŽINTINIŲ MOKĖJIMŲ TYRIMO METODOLOGIJA.....	61
2.1. Tyrimo metodologinės nuostatos ir dizainas.....	63
2.2. Pažintinių mokėjimų raiškos teorinio modelio panaudojimo metodika.....	69
2.3. Diagnostinio tyrimo tikslas ir uždaviniai.....	78
2.3.1. Diagnostinio tyrimo metodika ir organizavimas.....	79
2.4. Ugdymo projekto tyrimo tikslas ir uždaviniai.....	85
2.4.1. Ugdymo projekto tyrimo metodika ir organizavimas.....	86
3. PAŽINTINIŲ MOKĖJIMŲ UGDYMO PANAUDOJANT REALŲ IR VIRTUALŲ EKSPERIMENTĄ CHEMIJOS (9 kl.) PAMOKOSE TYRYMŲ DUOMENYS.....	97
3.1. Diagnostinio tyrimo rezultatai.....	98
3.2. Pažintinių mokėjimų ugdymo per chemijos pamokas rezultatai.....	103
3.2.1. Pažintinių mokėjimų lygių pokyčiai tiriamųjų klasių viduje.....	104
3.2.2. Virtualios ir realios klasių pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatų palyginimas.....	111
3.3. Pažintinių mokėjimų lygių vidinė darna ir sąryšis su psichopedagoginėmis klasių charakteristikomis.....	121
3.4. Pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatų sąryšis su sociodemografiniais klasių duomenimis.....	125
3.5. Mokinių refleksija į ugdymo projekto veiklas.....	132
3.6. Mokinių požiūris į realius ir virtualius chemijos bandymus: interviu duomenų analizė.....	140

DISKUSIJA.....	147
IŠVADOS.....	152
REKOMENDACIJOS.....	154
LITERATŪRA.....	155
PRIEDAI.....	167

IVADAS

Tyrimo problemos aktualumas. Deklaruojami švietimo tikslai vystosi priklausomai nuo visuomenės poreikio. XXI a. pradžioje išsivysčiusios informacinės komunikacinės technologijos (IKT) pakeitė mokymo ir mokymosi tikslus, o taip pat ir patį mokymosi būdą. Pasaulyje, tobulėjančiame kartu su technologijomis, atrodo, kad svarbus, įvairias gyvenimo sferas paliečiantis technologinis vystymasis atneša tik gerus, inovatyvius pokyčius ir į švietimo sistemą. Tačiau šiomis dienomis, prieš norint kažką pažinti, pirmiausiai reikia pažinti technologijas, kurios yra kaip mediumas tarp žmonių ir informacijos. Pažinimas ir mokėjimas pažinti atrodo kokybiškai kitaip, negu prieš 20 metų, kai IKT dar nebuvo prieinamos plačiai visuomenei. Technologijos diktuoja naujus pažinimo būdus, naujus mokymosi standartus ir tikslus.

XXI a. mokymasis neretai yra suprantamas, kaip pragmatinė veikla, orientuota į kompetencijų įgijimą. Faktinių žinių įsiminimas yra visiškai atgyvenusi mokymosi strategija, kadangi informacija yra prieinama lengviau, negu bet kada iki šiol. Todėl reglamentuotu ugdymo siekiu tampa mokėjimas pasinaudoti informacija ir mokytis savarankiškai (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija. Vidurinio ugdymo bendrosios programos. Įsakymo Nr. V-269, 2011). Tokiu būdu pažintinių mokėjimų formavimas ir lavinimas tampa svarbia ugdymo proceso dalimi.

Pažintinių mokėjimų ugdymas vyksta per visų dalykų pamokas, tačiau ypatingai jis suaktyvėja sugretinant teorinę ir praktinę veiklas. Šių veiklų dermė yra reikalaujama per chemijos pamokas vidurinėse mokyklose, todėl chemijos dalykas gali tarnauti efektyviu pažintinių mokėjimų ugdymo įrankiu.

Plačiau negu humanitariniuose moksluose IKT galimybės realizuojamos gamtos moksluose, tai lemia šių mokslų empirinis turinys, kurį nėra sunku atvaizduoti ir perteikti IKT pagalba. Todėl egzistuoja ir naujai pasirodo gausybė kompiuterinių programų, leidžiančių stebėti ir virtualiai, kompiuterine simuliacija, atlikti gamtamokslinius bandymus. Toks IKT įnašas yra ypač aktualus chemijos pamokoms

vidurinėse mokyklose, kadangi sveikatos apsaugos ministerijos apribojimas cheminėms medžiagoms (įsakymo Nr. 532/742, 2003), tinkamų sąlygų nebuvimas ir laboratorinių įrankių trūkumas mokyklose kartais neleidžia gyvai atlikti reikalingų mokyklinio kurso chemijos bandymų. Be to pagal Lietuvos respublikos švietimo ir mokslo ministerijos strategiją (Informacinių ir komunikacinių technologijų diegimo į bendrąjį lavinimą ir profesinį mokymą 2008–2012 metų strategija. ISAK Nr. 2530, 2007) kiekvienos disciplinos mokytojas privalo taikyti IKT savo pamokose. Įgyvendinant šią strategiją, mokyklos buvo aprūpinamos chemijos dalyko kompiuterine programine įranga, kuriamos internetinės svetainės su interaktyvia medžiaga chemijos pamokoms. Kadangi yra sukurtos galimybės gamtamokslinio kurso turinį ir bandymus perkelti į virtualią aplinką, o realių bandymų atlikimas reikalauja žymiai didesnių žmogiškųjų ir medžiaginių išteklių; atsiranda tikimybė, kad virtualūs bandymai ateityje bus taikomi mokyklose dažniau negu realūs arba juos visiškai pakeis. Iškyla problema – ar IKT naudojimu paremti mokymo metodai taip pat efektyviai ugdo pažintinius mokėjimus, kaip ir tradiciniai chemijos mokymo metodai?

Problemų ištirtumas. Šiuolaikiniai mokslininkai tiriantys IKT pritaikymą chemijos ir kitų gamtos mokslų pamokose teigia, kad cheminių eksperimentų simuliacija atlikta IKT pagalba gali tarnauti kaip efektyvus mokymo ir mokymosi įrankis (Martínez-Jiménez ir kt., 2003; Farrokhnia, Esmailpour, 2010), kompiuterinė animacija palengvina erdviųjų reiškinių suvokimą (Yang ir kt., 2003) ir sumažina kognityvinę apkrovą (Josephsen, Kristensen, 2006). Tačiau sutinkama mažai darbų, kuriuose būtų nagrinėjamas chemijos dalyko vaidmuo ugdant pažintinius mokėjimus. Šalia įvairių Pasaulio teoretikų pabrėžiami JAV mokslininko Josephseno (2003) darbai, kuriose tyrėjas teigia, kad IKT taikymas per chemijos pamokas padeda išvystyti žemesnio lygio pažintinius mokėjimus. Tiriant įvairias teorines mokyklas, didesnis dėmesys buvo skirtas rusų mokslininkams. Pažintinių mokėjimų ugdymas per chemijos pamokas buvo tiriamas Usovų ir Bobrovų (Усова, Бобров, 1988), tačiau jų darbai buvo atlikti prieš IKT paplitimą. Kadangi IKT integracija į mokyklas yra nesustabdoma, o šių technologijų įtaka pažintinių mokėjimų ugdymui nėra gerai žinoma, nuspręsta užpildyti šią nišą chemijos dalyko atveju ir atlikti mokslinį tyrimą.

Tyrimo objektas – devintos klasės mokinių pažintinių mokėjimų ugdymas chemijos pamokose.

Tyrimo tikslas – ištirti virtualių ir realių chemijos bandymų įtaką devintos klasės mokinių pažintinių mokėjimų ugdymui.

Pradedant tyrimą, buvo keliamos **hipotezės**:

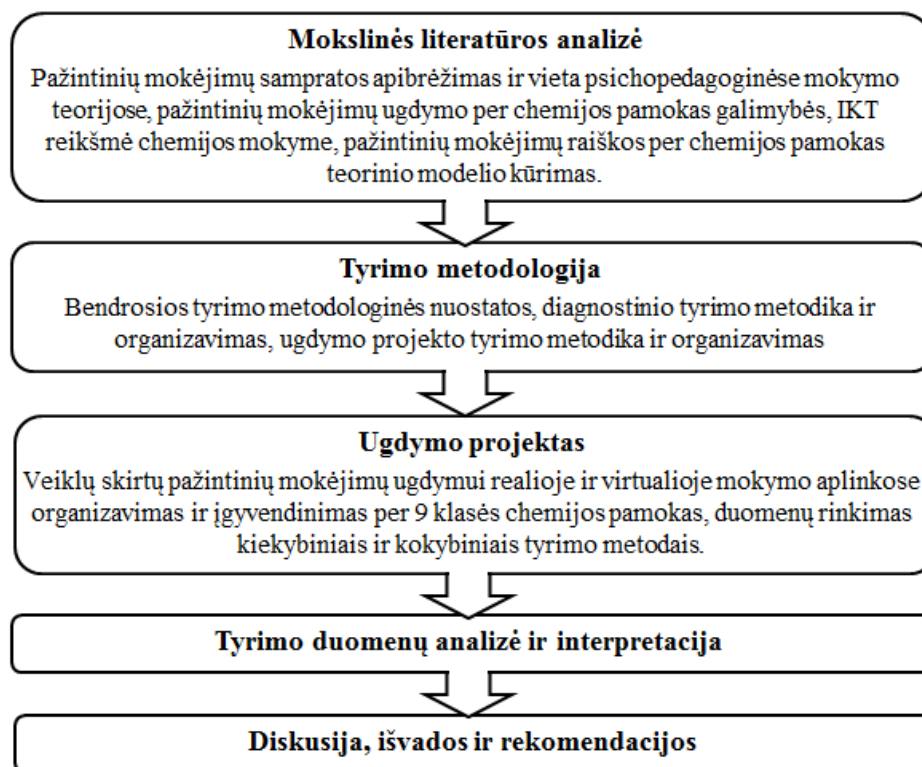
1. Mokinių pažintiniai faktinių žinių įgijimo mokėjimai yra panašiai ugdomi mokiniams atliekant tiek realius, tiek virtualius chemijos bandymus.
2. Mokiniai atliekantys tik virtualius chemijos bandymus neišlavina aukštesnių lygių pažintinių mokėjimų, kuriuos išlavina mokiniai, atliekantys realius bandymus.
3. Mokinių atliekančių virtualius chemijos bandymus mokymosi motyvacija didėja, kadangi virtualioje aplinkoje chemijos bandymus atlikti yra greita, patogu ir paprasta.

Tikrinant hipotezes, numatyta įgyvendinti šiuos **uždavinius**:

1. Apibrėžti pažintinius mokėjimus, jų lygius ir raiškos požymius vienos iš šiuolaikinių ugdymo taksonomijų dermėje.
2. Sudaryti ir pagrįsti pažintinių mokėjimų raiškos chemijos (9 klasės) pamokose teorinį modelį.
3. Atrinkti tiriamąsias klases ugdymo projekto veikloms įgyvendinti.
4. Ištirti tiriamųjų klasių pažintinių mokėjimų ugdymo efektyvumo priklausomybę nuo realių ir virtualių chemijos bandymų bei klasių psichopedagoginių ir sociodemografinių charakteristikų.
5. Išanalizuoti tiriamųjų klasių mokinių refleksiją į ugdymo projekto veiklas.

Disertacinio **tyrimo teorinį-metodologinį pagrindą sudaro**: konstruktyvistinė mokymo teorija pabrėžianti mokymosi proceso aktyvavimą ir nukreipimą į mokinio gabumų atskleidimą, jam konstruojant asmeninę patirtį ugdomojoje aplinkoje (Papert, 1980; Novak, 2000; Выготский, 2006); Andersono ir Krathwohlo ugdymo tikslų taksonomija (Anderson, Krathwohl, 2001; Krathwohl, 2002); tyrimo duomenų analizės metodų trianguliacija, kai tyrimo rezultatai nagrinėjami, pasitelkiant kiekybiniais ir kokybiniais metodais gautus duomenis (Kardelis, 2002; Bitinas, 2006).

Tyrimo, reikalingo atskleisti pažintinių mokėjimų ugdymo per chemijos pamokas (9 kl.) priklausomybę nuo mokymo(si) aplinkos, **loginė schema** pateikiama 1 paveiksle.



1 pav. Pažintinių mokėjimų ugdymo per chemijos pamokas (9 kl.) tyrimo loginė schema

Disertacijos **tyrimo metodai**:

Teoriniai. Edukologijos, kognityvinės psichologijos, edukacinės psichologijos mokslinių studijų bei apgintų daktaro disertacijų analizė, švietimo ir mokslo bei sveikatos ministerijų strateginių dokumentų analizė, vidurinio ugdymo bendrųjų programų analizė. Teoriniai metodai taikyti tyrimo aktualumui ir naujumui pabrėžti, tiriamajam objektui ir jo raiškos požymiams apibrėžti bei empirinei tyrimo bazei pagrįsti.

Empiriniai. Kiekybinio tyrimo metodai: a) anketinės apklausos, padėjusios nustatyti respondentų sociodemografinę padėtį, ištirti pažintinių mokėjimų formavimosi chemijos pamokose ypatumus; b) sociometriniai testai taikyti diagnostinio tyrimo metu ir padėję diferencijuoti tinkamas tyrimui devintas klases; c) chemijos žinių testai, kontroliniai ir laboratoriniai darbai turintys dvigubą paskirtį – nustatyti cheminio išprusimo ir pažintinių mokėjimų ugdymo lygius. Kokybinio tyrimo metodai: ugdymo projektas, kurio esmė – nustatyti devintos klasės mokinių pažintinių mokėjimų ugdymo efektyvumo priklausomybę nuo pamokose naudojamų realių ir virtualių chemijos bandymų; bendrųjų gairių interviu su atrinktais mokiniais.

Trianguliacijos metodas naudotas siekiant sugretinti kiekybinių ir kokybinių tyrimų rezultatus ir įvertinti pažintinių mokėjimų ugdymą iš mokytojo, mokinio ir tyrėjo pozicijų.

Statistinė duomenų analizė taikyta kiekybinių tyrimų duomenų apdorojimui ir įvertinimui. Taikyti *Fisherio F-testo* ir *ANOVA* faktorinės analizės metodai, *Pearsono* koreliacijos koeficientas, *Studento t-testas*, *Cronbach Alpha* ir *Chi-kvadratu* kriterijai. Tyrimo statistiniai duomenys apdoroti naudojant *SPSS* paketo 20.0 versiją bei *Microsoft Office Excel 2007* programinę įrangą.

Tyrimo rezultatų mokslinis naujumas ir teorinis reikšmingumas atsiskleidžia apibendrinant ugdymo projekto metu atliktų tyrimų rezultatus, kuriuos galima laikyti indėliu į Lietuvos edukologijos mokslą. Tyrimo realizavimui išgryninta ir panaudota *pažintinių mokėjimų* sąvoka, kuri yra mažai taikoma šiuolaikinių Lietuvos edukologų. Aprašius pažintinių mokėjimų charakteristikas, parengtas teorinis pažintinių mokėjimų raiškos per chemijos pamokas modelis. Teorinis modelis įgalina tyrėją parinkti arba sukurti pažintinių mokėjimų matavimo chemijos pamokose diagnostinius įrankius.

Šiame darbe atskleistos 9 klasės mokinių pažintinių mokėjimų ugdymo teorinės ir praktinės įžvalgos, kurios praturtina chemijos ir gamtamokslinio ugdymo didaktiką naujomis išvadomis.

Darbiui praktinį reikšmingumą suteikia sudarytas teorinis modelis, kuris leido nustatyti devintos klasės mokinių pažintinių mokėjimų lygį, išryškinti veiksnius darančius poveikį šių mokėjimų ugdymui, sukurti strategijas, kaip optimizuoti ir tobulinti mokymo procesą. Pažintinių mokėjimų raiškos teorinis modelis gali būti pritaikytas įvertinant pažintinius mokėjimus netik devintos, bet ir vyresnių klasių mokinių. Taip pat modelis gali būti panaudotas tiriant pažintinius mokėjimus per kitų dalykų pamokas.

Tyrimo rezultatai atveria galimybes nustatyti virtualios mokymo(si) aplinkos taikymo ribotumus per chemijos ir kitų gamtamokslinių dalykų pamokas. Duomenys gali paskatinti pedagogus ir švietimo organizatorius kreipti dėmesį ne vien į metodų inovatyvumą, bet ir į jų įtaką mokinių pažintiniams mokėjimams, prasmingam mokymuisi ir ugdymui plačiąja prasme.

Disertacijos teiginių aprobavimas

Tyrimo rezultatai pateikti konferencijose:

Chemija mokykloje – 2012. Konferencija vyko Kauno technologijos universitete, cheminės technologijos fakultete 2012 m. balandžio 2 d. Skaityto pranešimo tema: „Devintų klasių mokinių nuomonė apie virtualiuosius chemijos bandymus“.

Chemistry Education – 2011. Konferencija vyko Latvijos universitete, chemijos fakultete (Riga, Latvia) 2011 m. lapkričio 14-15 d. d. Skaityto pranešimo tema: „The Influence of Real and Virtual Experiments on Pupils’ Achievements and Attitude towards Chemistry“.

Švietimo politikos transformacijos: nacionalinis, transnacionalinis ir supranacionalinis diskursas. Konferencija vyko Vilniaus universitete, filosofijos fakultete 2011 m. lapkričio 11-12 d. d. Skaityto pranešimo tema: „Mokymo(si) metodų paremtų IKT naudojimu tinkamumas chemijos mokymui“.

Information & Communication Technology in Natural Science Education-2009. Konferencija vyko Šiaulių universitete 2009 m. lapkričio 27-28 d. d. Skaityto pranešimo tema: „Understanding the Value of ICT in Chemistry Teaching“.

Socialinis edukacinis pedagogo vaidmuo: realybė ir lūkesčiai. Konferencija vyko Vilniaus pedagoginiame universitete (dabar Lietuvos edukologijos universitetas) 2009 m. spalio 22 d. Skaityto pranešimo tema: „IKT reikšmė mokant chemijos: privalumų ir trūkumų analitinė apžvalga“.

Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose moksluose-2. Konferencija vyko Kauno technologijos universitete 2009 m. spalio 9 d. Skaityto pranešimo tema: „Mokinių kognityvinių įgūdžių formavimas panaudojant IKT chemijos pamokose“.

Disertacinio darbo struktūra ir apimtis. Disertacinį darbą sudaro įvadas, vartojamų sąvokų žodynas, trys dalys, išvados, diskusija, rekomendacijos, literatūros sąrašas bei priedai. Disertacijoje pateikti 25 paveikslai, 37 lentelės, 16 priedų. Darbo apimtis – 164 puslapiai (be priedų). Panaudoti 156 literatūros šaltiniai.

TRUMPA DISERTACIJOS SKYRIŲ APŽVALGA

1 skyrius. Pažintinių mokėjimų ugdymo chemijos pamokose teorinė analizė

Skyriuje apibrėžiama pažintinių mokėjimų sąvoka, nagrinėjami jos sąlyčio taškai su įgūdžių, gebėjimų ir kompetencijos sąvokomis. Nagrinėjami Lietuvos (Jovaiša, 2007; Martišauskienė, 2010; Pukelis, 2009 ir kt.), JAV (Eraut, 1990; Barnett, 1993 ir kt.), Rusijos (Усова, Бобров, 1988; Ильин, 2004; Холодная, 2004 ir kt.) ir kitų šalių mokslininkų darbai bei Lietuvos švietimo strateginiai dokumentai, siekiant apibrėžti pažintinių mokėjimų sąvoką. Aptariami mokymosi teorijų bruožai ir pažintinių mokėjimų vieta mokymosi teorijose. Išnagrinėjus ugdymo tikslų taksonomijas (Bloom, 1956; Anderson, Krathwohl, 2001; Marzano, 2005) pažintinių mokėjimų raiškai chemijos pamokose aprašyti pritaikyta Andersono ir Krathwollo pažinimo proceso mąstymo mokėjimus apibrėžianti taksonomija.

Skyriuje aptariama Lietuvos chemijos didaktikos raida: analizuojamos gamtamokslinio ugdymo programos, chemijos vadovėliai, pabrėžiamas kitų šalių indėlis į Lietuvos chemijos didaktikos vystymąsi. Nagrinėjamos pažintinių mokėjimų ugdymo per chemijos pamokas galimybės ir IKT indėlis į chemijos mokymo efektyvumą. Pabrėžiami IKT taikymo privalumai: kognityvinės apkrovos paskirstymas (Бахтина, Вострухин, 2008; Farrokhnia, Esmailpour, 2010 ir kt.), cheminių objektų vaizdinių formavimo palengvinimas (Cook, 2006; Šlekienė, Ragulienė, 2006; Burewicz, Miranowicz, 2005 ir kt.), reproduktyvaus lygio pažintinių mokėjimų ugdymas (Josephsen, Kristensen, 2006) ir kt. Iš nagrinėtų chemijos mokomųjų kompiuterinių priemonių (*Crocodile Chemistry*, *VLab*, *ChemLab*, *Yenka* ir kt.), demonstracinių bandymų ir laboratorinių darbų atlikimo įrankiu disertacinio tyrimo metu pasirinkta *Crocodile Chemistry (Crocodile Clips Ltd.)* programa.

Po atliktos įvairiais pjūviais pažintinių mokėjimų ugdymo chemijos pamokose analizės skyriuje pristatomas ir aprašomas pažintinių mokėjimų raiškos per chemijos pamokas teorinis modelis (1 lentelė).

1 lentelė. Mokinių pažintinių mokėjimų raiškos mokant chemijos teorinio modelio gairės

Pažintinių mokėjimų lygiai	Pažintinių mokėjimų empiriniai požymiai			
	a. Faktinių žinių dimensija	b. Koncepcinių žinių dimensija	c. Procedūrinių žinių dimensija	d. Metakognityvių žinių dimensija
1. Prisiminimas (reproduktyvus)	Įvardyti	Atpažinti	Atgaminti	Susieti
2. Supratimas (reproduktyvus)	Apibūdinti	Klasifikuoti	Paaikškinti	Parinkti
3. Taikymas (reproduktyvus)	Atsakyti	Numatyti	Atlikti	Pritaikyti
4. Analizė (produktyvus)	Pasirinkti	Išskirti	Suderinti	Dekonstruoti
5. Vertinimas (produktyvus)	Patikrinti	Spręsti	Nustatyti	Reflektuoti
6. Kūrimas (kūrybinis)	Planuoti	Surinkti	Generuoti	Kurti

Teorinio modelio struktūra leidžia pagal empirinius požymius priskirti pažintinius mokėjimus tam tikram pažintinių mokėjimų lygiui ir žinių dimensijai, kurioje pažintinis mokėjimas pasireiškia. Teorinis modelis naudojamas įgyvendinant disertacijos empirinį tyrimą.

Pirmojo disertacijos skyriaus išvados ir apibendrinimai:

1. Palyginus skirtingų šalių mokslinę praktiką, paaiškėjo, kad mokėjimų sąvokos esmė skiriasi nuo gebėjimų ir įgūdžių sąvokų. Disertacijos objektą pasirinkta vadinti pažintiniais mokėjimais, o ne pažintiniais gebėjimais, nes pažintinių mokėjimų sąvoka yra labiau būdinga edukaciniams mokslams.

2. Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad yra atlikta mažai tyrimų apie IKT pritaikymo efektyvumą chemijos ugdymui, taip pat nedaug tyrimų nagrinėja IKT įtaką pažintinių mokėjimų ugdymui.

3. Siekiant tirti realių ir virtualių chemijos bandymų įtaką pažintiniams mokėjimams ir šių mokėjimų ugdymo skirtingose mokymo aplinkose efektyvumą, Andersono ir Krathwohlo taksonomijos pagrindu buvo sukurtas mokinių pažintinių mokėjimų raiškos chemijos pamokose teorinis modelis.

4. Pagal sukurtą teorinį modelį pažintinių mokėjimų raiška yra apibrėžiama 4 žinių tipų dimensijose, išskiriant 6 pažintinių mokėjimų lygius. Teorinis modelis įgalina sukurti pažintinių mokėjimų lygių matavimo chemijos pamokose įrankius, todėl yra taikomas kuriant ir atliekant empirinį disertacijos tyrimą.

2 skyrius. Pažintinių mokėjimų tyrimo metodologija

Skyriuje aprašomi diagnostinio tyrimo ir ugdymo projekto tyrimo tikslai ir uždaviniai, organizavimo ypatumai, metodologinės nuostatos ir dizainas.

Diagnostinis tyrimas ir ugdymo projektas grįsti tokiomis metodologinėmis nuostatomis (Bitinas, 2006, 2006; Šiaučiukėnienė, Visockienė, Talijūnienė, 2006; Jovaiša, 2002; Kardelis, 2002; Papert, 1980): 1) ugdymo proceso sistemingumo ir nuoseklumo; 2) ugdymo turinio suderinamumo; 3) ugdymo proceso aktyvumo ir kūrybiškumo. Organizuojant chemijos pamokas ugdymo projekto tyrimo metu laikomasi šių principų (Пак, 2012; Иванова, Пак, 2008; Jovaiša, 2002; Чернобелская, 2000): sąryšio su gyvenimu, probleminio mokymosi, sudominimo mokymusi, mokomosios medžiagos vaizdumo ir pažintinės veiklos skatinimo.

Skyriuje smulkiai aprašoma pažintinių mokėjimų raiškos teorinio modelio panaudojimo metodika, pateikiant chemijos užduočių pavyzdžius. Pagrindžiamas tyrimo įrankių validumas ir patikimumas.

Antrojo disertacijos skyriaus išvados ir apibendrinimai:

1. Pristatant diagnostinio tyrimo ir ugdymo projekto pedagoginius principus ir nuostatas, nuosekliai parodyta, kad sudaryti diagnostinio tyrimo ir ugdymo projekto planai atitinka moksliniams tyrimams keliamus reikalavimus, yra teoriškai ir praktiškai pagrįsti.

2. Atlikus diagnostinį ir ugdymo projekto tyrimus buvo įvertinti pirmą kartą taikytų pažintinių mokėjimų matavimo įrankių parametrai. Statistinė rezultatų analizė rodo, kad chemijos žinių testų, kontrolinių ir laboratorinių darbų, taikytų mokinių pažintinių mokėjimų lygių matavimui, patikimumo ir validumo įverčiai atitinka keliamus reikalavimus.

3 skyrius. Pažintinių mokėjimų ugdymo panaudojant realų ir virtualų eksperimentą chemijos (9 kl.) pamokose tyrimų duomenys

Skyriuje aprašomi diagnostinio tyrimo rezultatai, remiantis kuriais ugdymo projektui buvo atrinktos 4 tiriamosios klasės: dvi lygiavertės klasės, viena iš kurių chemijos eksperimentus atliko virtualioje, o kita – realioje aplinkoje; dvi mišrios klasės, kurių pamokos vyko tiek virtualioje, tiek realioje aplinkose. Skyriuje aprašytų ugdymo projekto tyrimų duomenys nukreipti į reikšmingų ryšių radimą tarp keturių pagrindinių komponentų:

- mokinių pažintinių mokėjimų ugdymo virtualioje ir realioje aplinkose rezultatų (matuojami pagal laboratorinių, kontrolinių darbų ir galutinio testo duomenis);
- mokinių psichopedagoginių charakteristikų (matuotos diagnostinio tyrimo metu bendrojo išprusimo, mechaninio ir verbalinio suvokimo, informacijos priėmimo būdų testais);
- mokinių sociodemografinių duomenų (matuojami naudojant uždaro tipo klausimų anketą);
- mokinių vidinių pokyčių: mokymosi motyvacijos, susidomėjimo, chemijos dalyko supratimo ir mokymosi sunkumų (matuojami pusiau struktūruoto interviu metu ir taikant anketinę apklausą).

Palyginus tiriamųjų klasių pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatus, nustatyta, kad daliai mokinių yra sunkiau prisiminti (9,2% mokinių) ir pritaikyti (10,3% mokinių) virtualioje aplinkoje nagrinėtą mokomąją medžiagą ($p < 0,000$). Klasių testo-retesto duomenų analizė patvirtina, kad pažintiniai prisiminimo mokėjimai yra ugdomi geriau realioje aplinkoje ($p = 0,001$). Įvertinus pažintinių mokėjimų pokyčius per visą ugdymo projektą, nustatyta, kad pažintinių supratimo, taikymo, analizės ir kūrimo mokėjimų įverčiai mokinių, chemijos eksperimentus atlikusių realiai, yra didesni 9,5-12,3% ($p < 0,05$).

Išanalizavus tiriamųjų klasių apklausos duomenis, paaiškėjo, kad virtualūs laboratoriniai darbai silpniau stimulavo dalies mokinių (48,4%) susidomėjimą chemijos dalyku. Realūs laboratoriniai darbai, priešingai, lėmė daugumos klasių mokinių (93,6%) susidomėjimą mokomuoju dalyku. Realūs ir virtualūs laboratoriniai darbai vienodai atskleidžia mokinių mokėjimus dirbti tvarkingai, nuosekliai ir organizuotai, tačiau atlikdami virtualius laboratorinius darbus mokiniai turi galimybę gauti rezultatą spėjimo būdu, nes gali daug kartų pakartoti cheminius bandymus su įvairiais reagentais. Tai sumažina mokymosi efektyvumą.

Įvertinus klasių pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatus, jų koreliaciją su klasių psichopedagoginiais, sociodemografiniais parametrais bei mokymosi motyvacijos ir susidomėjimo dalyku pokyčiais, padarytos galutinės disertacinio darbo išvados.

IŠVADOS

1. Išanalizavus įvairių šalių mokslinius straipsnius bei Lietuvos strateginius švietimo dokumentus, nustatyta, kad:

- pažintinių mokėjimų sąvoka labiau būdinga edukaciniams mokslams, o pažintinių gebėjimų – psichologijos mokslams, todėl disertacijos objektu pasirinkti pažintiniai mokėjimai;

- pastaruoju metu Lietuvos edukologai rečiau vartoja pažintinių mokėjimų sąvoką, todėl disertacijoje išdėstoma jos samprata ir pateikiama nuosekli pažintinių mokėjimų lygių hierarchija;

- pažintiniai mokėjimai – tai mokėjimai įgyti teorines ir praktines žinias, pasireiškiantys pažinimo procese ir lemiantys jo efektyvumą ir rezultatyvumą;

- pažintinių mokėjimų ugdymas suintensyvėja atliekant chemijos eksperimentus, nes jų metu teorinės žinios yra praktiškai patikrinamos ir pagrindžiamos.

2. Mokslinės literatūros analizė parodė, kad neegzistuoja aprobuoto teorinio modelio, leidžiančio atlikti IKT paremtų mokymo(si) metodų efektyvumo pažintinių mokėjimų ugdymui per chemijos pamokas tyrimus. Šiuo tikslu Andersono ir Krathwohlo taksonomijos pagrindu, pasinaudojant Usovos ir Bobrovo įžvalgomis, buvo sukonstruotas pažintinių mokėjimų raiškos per chemijos pamokas modelis. Pažintinių mokėjimų raiška modelyje yra apibrėžiama 4 žinių tipų dimensijose, išskiriant 6 pažintinių mokėjimų lygius.

3. Sukonstruotas pažintinių mokėjimų raiškos teorinis modelis įgalina tyrėją parinkti arba sukurti pažintinių mokėjimų tyrimo įrankius. Disertacijoje pateikti tyrimų rezultatai, gauti sukonstruotais pažintinių mokėjimų vertinimo per chemijos pamokas įrankiais, rodo gerus validumo ir patikimumo statistinius įverčius ir koreliuoja tarpusavyje.

4. Po keturis mėnesius vykusio ugdymo projekto nustatyta, kad klasėje, kurioje demonstraciniai chemijos bandymai ir laboratoriniai darbai buvo atliekami virtualiai, pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatai yra vidutiniškai 8,4% ($p < 0,000$) mažesni už realius chemijos bandymus atlikusios klasės. Šis skirtumas nestipriai pasireiškia lyginant klasių reproduktyvaus lygio pažintinius mokėjimus, tačiau išryškėja lyginant produktyvaus ir kūrybinio lygių pažintinius mokėjimus. Gauti rezultatai patvirtina

pirmąją ir antrąją disertacijoje iškeltas hipotezes – mokinių pažintiniai faktinių žinių įgijimo mokėjimai yra panašiai ugdomi mokiniams atliekant tiek realius, tiek virtualius chemijos bandymus, bet aukštesnių lygių pažintinių mokėjimų ugdymo rezultatai yra geresni, kai chemijos bandymai yra atliekami realiai.

5. Nustatyta, kad per chemijos pamokas bandymus atliekant realiai, suformuoti pažintiniai mokėjimai ir įgytos žinios išlieka ilgesnį laiką. Virtualiai chemijos bandymus atlikusios klasės testo-retesto rezultatų skirtumas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis ir siekė 8,8% ($p=0,017$). Realiai bandymus atlikusios klasės to paties testo-retesto rezultatuose statistiškai reikšmingo skirtumo aptikta nebuvo. Mokinių anketinės apklausos ir interviu duomenys rodo, kad šiuos rezultatus nulėmė trys pagrindinės priežastys:

- Dauguma virtualiai bandymus atlikusių mokinių per chemijos laboratorinius darbus mažai naudojos turimomis teorinėmis žiniomis, labiau bandė atspėti, kokius reagentus reikia sumaišyti, siekiant gauti gerą darbo rezultatą. Toks darbo atlikimo būdas negali suformuoti ilgalaikių žinių apie nagrinėjamus chemijos reiškinius.

- Virtualūs laboratoriniai darbai mokiniams nėra patrauklūs, jų teikiama informacija turi tik vaizdinį kodavimą, todėl ilgainiui juos atliekant sumažėja dėmesio koncentracija, silpnėja susikaupimas. Realūs laboratoriniai darbai, atvirkščiai, mokiniams yra įdomiausia chemijos pamokų veikla, per kurią jų dėmesio koncentracija yra maksimali, todėl įgytos žinios išlieka ilgesnį laiką. Tam įtakos turi ir skirtingi informacijos kodai: kvapai, spalvos, lytėjimo pojūčiai.

- Virtualius bandymus atlikę mokiniai dažnai negalėjo įžvelgti jų teikiamos naudos, todėl į šį mokymo metodą žvelgė nerimtai.

6. Mokinių apklausa parodė, kad chemijos bandymų atlikimas virtualioje mokymosi aplinkoje yra patogus ir saugus, tačiau jis nesužadina mokymosi intereso ir gali būti sumažėjusios mokymosi motyvacijos priežastimi. Virtualūs laboratoriniai darbai sukelia nedidelį mokinių susidomėjimą, todėl atsiranda dėmesio koncentracijos išlaikymo sunkumai, galintys nulemti žemesnius mokymosi pasiekimus. Apklausų metu gauti duomenys paneigia trečiąją hipotezę – mokinių atliekančių virtualius chemijos bandymus mokymosi motyvacija nedidėja.

**PUBLICATIONS ON DISSERTATION TOPIC / PUBLIKACIJOS
DISERTACIJOS TEMA**

In Lithuanian scientific journals, which publish scientific articles recognized while granting a scientific degree (Lietuvos mokslo leidiniuose, kuriuose publikuoti mokslo straipsniai pripažįstami suteikiant mokslo laipsnį):

1. Voronovič R. Pažintiniai mokėjimai ir jų raiškos modelis: chemijos dalyko atvejis // *Acta Paedagogica Vilnensia* (ISSN 1392-5016). 2013, T. 30. P. 80-92.
2. Voronovič R. Mokinių pažintinių mokėjimų formavimo chemijos pamokose edukaciniai veiksniai // *Pedagogika* (ISSN 1392-0340). 2013, T. 110 (priimtas).

In other publications (Kituose leidiniuose):

1. Voronovič R., Radzevičienė B. Devintų klasių mokinių nuomonė apie virtualiuosius chemijos bandymus. // Tarptautinės mokslinės konferencijos „Chemija mokykloje – 2012“ pranešimų medžiaga. K.: Technologija, 2012. P. 38-43.
2. Voronovich R. The Influence of Real and Virtual Experiments on Pupils' Achievements and Attitude towards Chemistry // Tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos “Chemistry Education – 2011” straipsnių rinkinys. Latvijos universitetas, Ryga, 2011. P. 175-181. (ISBN: 978-9984-45-421-4).
3. Voronovich R. Virtual Experiment in Chemistry Lessons: Theoretical and Practical Aspects // *Erasmus ACEP (Analysis of Comparative Education Policies) intensyvios programos 2009 rinktiniai raštai*. University of Education, Upper Austria, Linz, 2011. P. 273-284. (ISBN: 978-3-9502375-5-6).
4. Voronovič R. Mokinių kognityvinių įgūdžių formavimas panaudojant IT chemijos pamokose // Mokslinės konferencijos „Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose moksluose-2“ straipsnių rinkinys. K.: Technologija, 2009, p. 159-162. (ISSN: 2029-3224).

ABOUT THE AUTHOR / APIE AUTORIŲ

Education:

2002-2006: bachelor's studies in chemistry at Vilnius Pedagogical University (from 2011 Lithuanian University of Educational Sciences), Faculty of Science. Achieved bachelor's degree in chemistry and gained chemistry teacher's qualification.

2006-2008: master's studies in chemistry at Vilnius Pedagogical University, Faculty of Science. Achieved master's degree in chemistry. Graduated with honors.

2008-2013: doctoral studies in Educology at Vilnius University.

Work Experience:

2006-2008: laboratory assistant at Vilnius Pedagogical University, Faculty of Science, Department of Chemistry (Lithuania).

2008-2010: chemistry teacher at Šolomo Aleichemo secondary school.

Since 2011 till now: chemistry teacher at Vilnius „Saulės“ private gymnasium. Achieved elder chemistry teacher's name at 2012 m.

Areas of scientific interests: the development of chemistry teaching methodology, the application of information and communication technologies in chemistry and other sciences teaching, chemistry didactics.

Išsilavinimas:

2002-2006 m.: studijos Vilniaus pedagoginiame universitete (dabar Lietuvos edukologijos universitetas), gamtos mokslų fakultete chemijos bakalauro programoje. Įgytas chemijos bakalauro laipsnis, suteikta chemijos mokytojo kvalifikacija.

2006-2008 m.: studijos Vilniaus pedagoginiame universitete, gamtos mokslų fakultete chemijos magistro programoje. Įgytas chemijos magistro laipsnis. Diplomas su pagyrimu.

2008-2013 m.: studijos Vilniaus universiteto edukologijos krypties doktorantūroje.

Darbo patirtis:

2006-2008 m.: Vilniaus pedagoginio universiteto, gamtos mokslų fakulteto, chemijos katedros vyriausiasis laborantas.

2008-2010 m.: Šolomo Aleichemo vidurinės mokyklos chemijos mokytojas.

Nuo 2011 m.: Vilniaus „Saulės“ privačios gimnazijos chemijos mokytojas. 2012 m. suteiktas chemijos vyresniojo mokytojo vardas.

Mokslinių interesų sritys: chemijos mokymo metodikos tobulinimas, informacinių ir komunikacinių technologijų taikymas chemijos ir kitų gamtos mokslų ugdyme, chemijos didaktika.