

časopis edukacije biologije

BROJ: 3

Prosinac 2017.



Osnivač i nakladnik:
Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica
Rooseveltov trg 6
10000 Zagreb

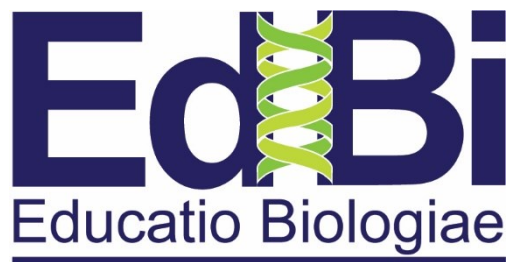


Pokrovitelj:
Biološki odsjek
Prirodoslovno matematički fakultet
Sveučilište u Zagrebu
Rooseveltov trg 6
10000 Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Biološki odsjek

Članci u EdBi-u izlaze na hrvatskom jeziku
uz sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku.



časopis edukacije biologije

Izdavač / Publisher
Hrvatsko biološko društvo
Rooseveltov trg 6 , 10000 Zagreb
URL: <http://www.hbd-sbc.hr/>
E-mail: info@hbd-sbc.hr

SOCIETAS BIOLOGORUM CROATICA



Hrvatsko biološko društvo

ISSN 1849-6520

Uredništvo časopisa EdBi /
Editorial Board of the Journal EdBi

Glavni urednik / Editor-in-Chief
Ines Radanović, ines.radanovic@biol.pmf.hr

Operativni urednik / Deputy Editor
Žaklin Lukša, zaklinluksa@gmail.com

Uredništvo / Editors

*Biljana Balen, Višnja Besendorfer, Irella Bogut, Diana Garašić, Marija Gligora Udovič,
Mladen Kučinić, Göran Klobučar, Irena Labak, Jasna Lajtner, Renata Matoničkin Kepčija,
Božena Mitić, Anđelka Plenković-Moraj, Mirela Sertić Perić, Damir Sirovina*

Web urednik
Renata Horvat, renata.horvat@biol.pmf.hr

EdBi je elektronički časopis na web stranici HBD-a
i izlazi najmanje jednom godišnje

Znanstveni radovi	Stranice
1. <i>Elma Kerić, Ines Radanović, Žaklin Lukša, Diana Garašić, Mirela Sertić Perić</i> Utjecaj aktivne nastave na učenje ekoloških sadržaja u osnovnoj školi The effect of active teaching in the primary school's ecological content https://hrcak.srce.hr/192466	1 - 14 15 - 20
2. <i>Renata Ruić, Žaklin Lukša</i> Stavovi nastavnika biologije i kemije o obrazovanju za vrednovanje učenika Biology and chemistry teachers' attitudes toward education for pupils' evaluation https://hrcak.srce.hr/192495	15 – 26 27 - 31
3. <i>Ines Grgurić, Valerija Begić, Marijana Bastić, Žaklin Lukša, Ines Radanović</i> Kvaliteta pitanja i uspjeh srednjoškolskih sudionika natjecanja iz biologije u znanju Questions quality and success of high school students in the written test solving https://hrcak.srce.hr/192681	32 – 56 57 - 62
4. <i>Martina Guček, Irena Labak</i> Navike učenja i uspješnost učenika srednje škole u nastavi biologije Learning habits and success of high school students in biology https://hrcak.srce.hr/192682	63 – 72 73 - 75
5. <i>Monika Golubić, Valerija Begić, Žaklin Lukša, Petra Korać, Ines Radanović</i> Razumijevanje životnog ciklusa i oplodnje tijekom učenja biologije u osnovnoj školi Understanding of life cycles and fertilization during learning biology in primary school https://hrcak.srce.hr/192683	76 – 99 100 - 105
Stručni radovi	
6. <i>Mirela Sertić Perić, Ines Radanović</i> Urbani potoci – pristupačna staništa za provedbu ekoloških istraživanja u nastavi Prirode i Biologije Urban streams – accessible habitats for conducting ecological research within natural science and biology school classes https://hrcak.srce.hr/192684	106 – 125 126
Akcijska istraživanja učenja i poučavanja	
7. <i>Daniela Novoselić, Mila Bulić</i> Utjecaj učestalosti pristupanja e-nastavnim sadržajima biologije na usvojenost obrazovnih ishoda Effect of the frequency of access to e-content of biology on the educational outcomes https://hrcak.srce.hr/192685	127 – 141 142
8. <i>Ivanka Podrug</i> Utjecaj primjene strategije učenje otkrivanjem na motivaciju učenika za učenje biologije na primjeru nastavne jedinice molekula DNA The influence of discovery learning as a teaching strategy on students' motivation in teaching biology https://hrcak.srce.hr/192686	143 – 157 158
Primjeri nastavne prakse	
9. <i>Jelena Barbarić – Gaćina, Martina Perić</i> Izrada fotoherbarija: poticanje svijesti učenika o biljkama Making photo herbarium for raising awareness of students about plants https://hrcak.srce.hr/192687	159 – 163 164
10. <i>Ivanka Podrug</i> Mogućnosti primjene mobilnih aplikacija u nastavi prirode i biologije Possibilities of using mobile applications in teaching biology https://hrcak.srce.hr/192688	165 – 175 176
11. <i>Marina Balažinec</i> Primjena suvremenih nastavnih strategija u nastavi Prirode tijekom realizacije nastavne jedinice Sjemenka - Klijanje Teaching ten year olds about germination of seeds by using modern teaching strategies https://hrcak.srce.hr/192689	177 – 182 183
12. <i>Mario Slatki</i> Obrada nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ u sklopu Centra izvrsnosti za biologiju Teaching unit "composition and characteristics of blood" within the center of excellence for biology https://hrcak.srce.hr/192690	184 – 192 193

THE EFFECT OF ACTIVE TEACHING IN THE PRIMARY SCHOOL'S ECOLOGICAL CONTENT

Elma Kerić¹, Ines Radanović², Žaklin Lukša³, Diana Garašić, Mirela Sertić Perić²

¹ First private gymnasium, Andrije Hebranga 21, 10000, Zagreb, Croatia

elma.keric@gmail.com

² Faculty of Science, University of Zagreb, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

³ Gymnasium Josipa Slavenskog Čakovec, V. Nazora 34, 40 000 Čakovec, Croatia

ABSTRACT

The aim of the research was to determine how active students' involvement influences the quality of acquired knowledge, as well as students' motivation and attitudes towards active teaching. The survey was conducted on a sample of 64 students in three sixth grade classes of elementary school. The students were divided into experimental and control group. The experimental group was learning about the topic of broadleaf forest, taking active learning in the group, independent work and work in pairs through different tasks and in the field work. The control group got classical frontal lecturing. Three written tests, examining knowledge and a survey for students were used as data collection tools. Written examination was carried out prior to the research and after each sequence of active learning. The survey of students' motivation and attitudes took part at the end of the research. The results show increased students' motivation, as well as the success in learning, especially when the activities involved field work. Each active learning technique, that allowed students applying independent research steps and work outside of the classroom, was positively evaluated. The logarithmic form of regression better explains the learner's achievement, but the linear model still shows satisfactory reliability and reduces the importance of a few individual performance results so it is better to use it to show overall image performance in knowledge testing. The research results confirm the need for using active learning, with an emphasis on field work in the nature, as well as various teaching methods that encourage student activity. In this way, students' satisfaction, as well as their learning success, would be significantly increased.

Keywords: *learning success, student motivation, pupil attitudes, teaching theme deciduous forest, age 12*

INTRODUCTION

In student-centered teaching, the student should be more active than the teacher, as teaching in which students just sit, listen and watch cannot meet their biological and social needs, and the need for self-reliance, their curiosity, and the desire to act (Matijević, 2008). Field teaching is very important for student motivation (Rickinson et al., 2004) and certainly one of the ways to actively involve students into the teaching process and research conducted by numerous authors point to its positive impact on the development of social competences, knowledge acquisition and attitudinal development (Martin et al., 1981; Bogner, 1998; Preston et al., 2004; Dillon et al., 2006). Modern teaching of Nature and Biology should involve students more intensively in the teaching process, encourage them to get acquainted with the world around them and direct them to the learning of life which is in harmony with the nature and the social community they are part of (Labov et al., 2010). The research was conducted to determine how active teaching in the form of student projects within the field teaching can influence the pupil's competence, the outcomes of their learning and their satisfaction and motivation.

Research objectives have been identified: 1) how many students of the sixth grade of elementary school are able to create a project in nature within a regular course; 2) what is the attitude of the student towards the active teaching and especially the field teaching; 3) how much active teaching in

the form of student projects and their inclusion affects student motivation; 4) how much active involvement of students in teaching (through assignments, field teaching, group work and work in pairs) affects the quality and permanence of acquired knowledge.

METHODS

The research was conducted in the school year 2006/2007. in the elementary school and included students of six grades during the period of the teaching of the unit *Deciduous forests*. It was performed on a sample of 64 students in three sixth grades. Pupils of 6.a and b were experimental and pupils of 6.c control group. Three sets of questions for written knowledge checking and student survey were used as data gathering tools. An initial knowledge assessment was carried out to compare the control and experimental group foreknowledge. During the curriculum, the students of the experimental group carried out two independent assignments. The entire teaching with the experimental group was organized so that the students actively participated in the work independently, in groups and in pairs. Also, during the repetition the accent was on student activities. Pupils of the control group at the same time were taught by the classical frontal form of work using the method of conversation.

The first test of knowledge was carried out after the completion of the first task and repetition. The second check was carried out after the completion of the second task and repetition. The first task *The visit to the deciduous forest* included field work in nature. The students visited the forest, observed nature, and collected the poster material. The purpose of the task was to develop the observation skills as a basis for the conclusion through staying in nature.

In the second assignment, the students developed co-operative learning in a pair by making an essays *Protected animal species of deciduous forest* or *Healing herbs of deciduous forests*. This should encourage the development of natural literacy and the use of additional literature. After the research was completed, a student survey was conducted on their learning experience. Statistical analyzes and graphs were implemented using the Microsoft Excel data analysis package.

RESULTS

By analyzing the general characteristics of the students in experimental and control group, it was found that the overall success of the student is significantly related to his work during the course. No significant difference between individual grades (experimental vs. control group of students) was found in the success of solving initial tests, enabling a credible comparison of the results of all grades. The difference in the performance of the assessment is visible in the written examination only after the second project task when the control group's students reached 22% compared to the 65% solution of the experimental group. In the analysis of learning outcomes based on written tests, the expected significant differences in solutions between I and II written tests were confirmed ($F_{(3,91)} = 6,96$; $p < 0,009$). Data obtained by research shows that the success of learning with tasks increases and that growth is more pronounced after the first task, while after the second task it is slower and more irregular but reaches 100%. It was noted that the learning outcomes are present in the control group and are growing, but overall weaker than experimental ones. There was no statistically significant difference in learning outcomes, which indicates a high level of teaching with the conversation, and the students of the group achieve 57% of success and 66% of active learning in active learning. There was a greater success of students after their first assignment. This can be explained by the fact that a

large number of students in the survey evaluate the first task more interesting due to field teaching. This information tells about, probably, more motivation that could have a better impact on learning.

In a survey conducted among pupils at the end of the research with the aim of collecting data on the experience of teaching and applying projects in Biology teaching, the students in high percentage in all three grades have estimated that Biology teaching is very interesting and achieves very good results. Students react positively to group work as well as learning through play and entertainment. Pupils of the experimental group accepted the research very well (mean grade 4.0) while the control group did not respond well (mean 1.5). The pupils of the control group have particularly negatively assessed their isolation from active teaching. 65% of the experimental groups are very satisfied with the way they worked. Most of the students (71%) with the possibility of independent work need support and guidance as well as systematization conducted by teachers.

In the attitudes of the students, a positive attitude towards the activities of creating mental maps and introducing animals (more than 5% of students) is emphasized. The best accepted was group work (18%). Student activities were estimated at a mean grade of 4.7, but significant differences were found in accepting activity ($F_{(2,66)} = 3.68$, $p < 0.01$). The lowest score gained the worksheet based on posters (3.7). The average score of 5.0 gained the use of two-color text, competition, game suck, mental map creation. The control group assessed the lower rating of experimental activity: going to the board, oral description of mental maps, use of literature. According to survey reports, the first task was most appealing to the students mostly because of their interest, group work, forest visits, easier arrangements and better understanding.

When assessing knowledge, as many as 64% of students prefer a written form of knowledge assessment, 30% oral, while 6% of students did not choose a form of knowledge. 91% of students think that they have learned more by doing assignments, while 9% of students do not accept classes that include active tasks and believe that it does not contribute to better learning outcomes. Pupils particularly enjoyed active classes because they are more entertaining because of group work, paired work, and outdoor work opportunities. The results of the survey show that 70% of students after completing the survey find it interesting to learn through project assignments and during field work.

DISCUSSION

Pupils involved in active teaching during the survey responded very well, while the students in the control group did not accept the research well because they do not like it when they are separated and do not participate in something that is sure to be interesting and fun. Such pupil reactions are also confirmed by Bilić (2001). In evaluating the form of work, all the students best evaluated collaborative learning with group work, and work in pairs was very well evaluated. The effectiveness of learning apart from collaborative learning was also influenced by the application of active learning, which according to Dryen and Vos (2001), mentions 90% of the learner. In assessing different types of work, the students reacted the worst to the work without evaluation. Evaluation is an important indicator of success and probably influences motivation as confirmed by many authors (Ros and Gott, 2003).

The results show that the students were more successful in solving the first task and that their first task was to prefer the other because it allowed them to go to nature independently, work in groups, collect and arrange materials and present them. Being able to stay in nature, get acquainted with

nature and its legitimacy encourages motivation, gives students the feeling of independence and the ability to discover new and unfamiliar. Such research results are also confirmed by Jensen (1995). According to Matijević (2008), the activities of students, in relation to other learning strategies, contribute more to acquiring knowledge, but also to developing skills and raising motivation for learning and other teaching activities.

The second project assignment was related to the development of natural literacy and the students sought to learn literature and use the Internet. Compared to the field task, such a method of work of most students has nevertheless been less interesting. In the experimental group with assignments the learning outcomes are growing and the growth is more pronounced and better after the first assignment, while after the second assignment it is a bit slower and more irregular but achieves 100% learning success with more students. The success of learning the control grade is present and growing, but far less intense and slower than in classes involved in active classes.

Student performance data can be a good basis for analyzing the success of a particular teaching assignment, as well as predicting students' success. The logarithmic form of regression better explains the student's achievement, but the linear model still demonstrates satisfactory reliability and reduces the importance of rare individual performance results. For this reason, the linear model is better used to display the overall image of performance in knowledge testing. Such results are supported by research by other authors and Freyberger et al. (2004) used logistic regression to predict the correct answer to the question of e-learning and determine the transfer model to predict student success while Myller et al. (2002) linear regression used to predict test results in distance education courses. Based on the results of the written results of the students, it has been established that a smaller oscillation on the axis y with the application of linear regression shows a lesser performance in solving the tasks, and the passage of the regression line indicates a greater level of success among the examined students, which is a good feedback on the characteristics of the check students who have solved it.

One of the key factors in the acceptance of project learning was a good student-teacher relationship for which the students responded positively to active teaching and expressed the desire to participate in such activities in the future. Most of the students prefer a combination of teacher structured leadership and independent work, fewer when they work independently, and only 6% of the students approve the traditional lecture frontal work of the teacher, which concludes that most students respond structurally driven active learning to free research (Kirschner et al., 2006). In the survey questionnaire, pupils better evaluated work techniques that require greater activity and a smaller connection to the traditional form of teaching. Accordingly, Labak et al. (2014) found that students think their learning and memory is easier when active methods are applied over a longer period of time and in blocks of hours. The performance of the student's control group decreases with great intensity, as well as their motivation decrease. Many authors point to the correlation between motivation and success (Matijević, 2008; Bilić 2001). Most students recognize the effects of independent work, but with continuous feedback and support, routing and systematization of teachers, confirming the necessary highly developed facilitator role of teachers as an inevitable competence in the application of active learning (Kirschner et al., 2006).

CONCLUSION AND TEACHING IMPORTANCE

Pupils of the sixth grade of elementary school experience Biology teaching the most fun when they go out of the classroom, in nature, and every form of work that allows them freedom of research and work outside the classroom is perceived positively. Pupils involved in active teaching become more free to express ideas and thought, they do not perceive the teacher as a strict figure, but as a mentor, a person to whom they can turn to help. In addition to the mentorship of the teachers, it is necessary to systematise, direct the students with continuous feedback. Developing the awareness that they are equal and capable of solving the problems themselves increases the motivation for work and learning success. It is desirable to introduce active teaching in all grades, as the results show that students are not responding well if they feel drowsy or excluded. Although most students accept work on project assignments, some students do not accept group work and work harder in the group. Therefore, the teacher should allow a combination of different sociological forms of work so that all students can develop their abilities.

It is also important to note that most students prefer a combination of teacher's more or less structured leadership and independent work, which points to the importance of systematization in active forms of work in teaching. For the analysis and prediction of students' success in solving written tests, a linear model that demonstrates satisfactory reliability and reduces the significance of rare individual performance results can be used. In this case, a smaller section on axis y shows a lesser performance in solving tasks, and the depletion of the regression line indicates a greater level of success among the students studied, which is a good feedback on the characteristics of the checks and the students who have solved it.

A good selection of topics and tailor-made projects to the psychophysical abilities of students will enable group work and research in nature to achieve the desired effect, the students will want to know more, will be more likely to be more successful in the work that this research has shown. The students were more motivated to learn Nature, more successful in learning and concluding, and enjoyed teaching in nature. Therefore, the actual use of active teaching, primarily field work, can be a good solution to maintain the motivation and interest of students for teaching and support the situation of interest in learning activities. This will mean that we continue to learn throughout the class how to teach and learn together with our students by adapting our teaching to their personality, interests and performance. The importance of the teacher's personality in the organization of field teaching is noticed by Scott and colleagues (2015) who have concluded that the predisposition of an individual for field activities in biology is crucial to the openness in finding the value of training related to field teaching, thus confirming the need to recognize personality as an important factor both in basic training and in teacher training.

LITERATURE

- Bilić, V. 2001. Causes, Consequences and Overcoming School Failure. Zagreb, Croatian pedagogical-literary choir
- Bogner, F.X. 1998. The influence of short-term outdoor education on long-term variables of environmental perspective. *Journal of Environmental Education*, 29, 4, 17-29.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey K., Morris, M., Choi, M.J., Sanders, D., Benefield P. 2006. The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87, 320, 107-111.
- Dryden, G., J. Vos 2001. Revolucija u učenju – kako promijeniti način na koji svijet uči. Zagreb, Educa.
- Freyberger, J., Heffernan, N.T., Ruiz, C. (2004). Using Association Rules to Guide a Search for Best Fitting Transfer Models of Student Learning. *Workshop Analyzing Student-Tutor Interaction Logs to Improve Educational Outcomes*, Alagoas, Brazil, 1-10.
- Jensen, E. 2003. Super-teaching: teaching strategies for quality school and successful learning. Zagreb, Educa.

- Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 2, 75-86.
- Labak, .I., Heffer, M., Radanović, I. 2014. The pupils attitudes of nature and biology teaching organized in block. *Educatio Biologiae*, 1, 26-39.
- Labov, J. B., Reid, A. H. Yamamoto, K. R. 2010. Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?. *CBE—Life Sciences Education*, 9, 10–16.
- Martin, W. W., Falk, J. H., J.D. Balling 1981. Environmental effects on learning: the outdoor field trip. *Science Education*, 65, 3, 301–309.
- Matijević, M. 2008. Project learning and teaching. Zagreb, Znamen.
- Myller, N., Suhonen, J., Sutinen, E. (2002). Using Data Mining for Improving Web-Based Course Design. *International Conference on Computers in Education*, Washington, 959- 964.
- Preston, L., Griffiths, A. 2004. Pedagogy of connections: Findings of a collaborative action research project in outdoor and environmental education. *Australian Journal of Outdoor Education*, 8, 2, 36-45.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., Benefield, P. 2004. A review of research on outdoor learning. Preston Montford, Shropshire: Field Studies Council.
- Ros, R., Gott, R. 2003. Assessment of biology investigations. *Journal of Biological Education*, 37, 3, 114-121.
- Scott, G. W., Boyd, M., Scott L., Colquhoun D. 2015. Barriers To Biological Fieldwork: What Really Prevents Teaching Out of Doors?. *Journal of Biological Education*, 49, 2, 165-178, DOI: [10.1080/00219266.2014.914556](https://doi.org/10.1080/00219266.2014.914556)

UTJECAJ AKTIVNE NASTAVE NA UČENJE EKOLOŠKIH SADRŽAJA U OSNOVNOJ ŠKOLI

Elma Kerić¹, Ines Radanović², Žaklin Lukša³, Diana Garašić, Mirela Sertić Perić²

¹ Prva privatna gimnazija, Andrije Hebranga 21, 10000, Zagreb

elma.keric@gmail.com

² Biološki odsjek Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

³ Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, V. Nazora 34, 40 000 Čakovec, Hrvatska

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi koliko aktivno uključivanje učenika u nastavu utječe na kvalitetu stečenih znanja, kao i na motivaciju te stav učenika prema aktivnoj nastavi. Istraživanje je provedeno na uzorku od 64 učenika u tri šesta odjeljenja u osnovnoj školi A.B. Šimića u Zagrebu. Učenici su podijeljeni u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Eksperimentalna skupina je nastavnu jedinicu *Listopadna šuma* obradila uz aktivnu nastavu u grupnom, samostalnom i radu u parovima kroz zadatke i nastavu u prirodi. Kontrolna skupina poučavana je klasičnim frontalnim radom nastavnika. Od instrumenata za prikupljanje podataka korištene su tri pisane provjere znanja te anketa za učenike. Pisana provjera provedena je prije istraživanja i nakon svakog provedenog dijela aktivne nastave, a anketiranje učenika na kraju provedenog istraživanja. Rezultati pokazuju povećanu motivaciju, ali i uspješnost učenja u aktivnoj nastavi, a posebno u aktivnostima koje uključuju nastavu u prirodi. Učenici svaku aktivnu tehniku učenja koja im omogućuje slobodu istraživanja i rada izvan učionice doživljavaju pozitivno. Logaritamski oblik regresije bolje objašnjava postignuti uspjeh učenika, ali linearni model još uvijek pokazuje zadovoljavajuću pouzdanost te umanjuje značaj rijetkih pojedinačnih rezultata uspješnosti pa ga je bolje koristiti za prikaz ukupne slike uspješnosti u provjerama znanja. Rezultati istraživanja potvrđuju potrebu korištenja aktivne nastave uz naglasak na boravak učenika u prirodi i korištenje različitih oblika rada koji potiču aktivnost učenika. Na taj način značajno bi se povećalo i zadovoljstvo učenika, ali i njihova uspješnost u učenju.

Ključne riječi: uspješnost u učenju, motivacija učenika, stavovi učenika, nastavna tema *Listopadna šuma*, 6. razred

UVOD

Prilagođavanje školskog sustava promjenama u društvu nužno je kako bi škole postale centri za doživotno učenje (Dryen and Vos, 2001). U formalnom akademskom obrazovanju i tradicionalnoj nastavi djeca nemaju priliku učiti na zabavan način i putem iskustva, što je temelj za stvarni razvoj te zato prečesto radost učenja blijedi i djeca ne uče kako učiti (Kirschner i sur, 2006). U suvremenoj školi učenik bi trebao biti aktivni sudionik procesa učenja (Jensen, 1995). U cilju osuvremenjivanja nastave u osnovnoj školi i osposobljavanja učenika za cjeloživotno učenje Hrvatski nacionalni obrazovni standard (MZOŠ, 2005) naglašava potrebu smanjivanja opsega akademskih sadržaja u poučavanju, a ističe važnost uvođenja učenika u istraživački usmjerenu nastavu, kao i važnost razvijanja sposobnosti za rješavanje problema i za donošenja odluka. Tako organizirani školski sustav trebao bi maksimalno poticati učenje, stimulirati kreativnost i inventivnost te razvijati sposobnost iniciranja i prilagođavanja promjenama (Baranović, 2006). Učitelji najbolje potiču procese učenja kada posjeduju širok repertoar umijeća poučavanja: pokazivanje, pričanje, raspravljavanje, upravljanje skupnim radom (Desforges, 2001). Raznolikost metoda potrebna je zbog raznolikosti nastavnih zadataka i zbog heterogenosti pretpostavki za učenje i interesa učenika. Nastavnici bi trebali pronaći načine motiviranja i poticanja učenika na učenje i to tako da oni u tome uživaju pa Glasser (1994) uspješnog poučavatelja uspoređuje s dobrim trgovcem koji vas uvjeri da baš njegov proizvod želite kupiti i da vas to veseli. Nema nemotiviranog učenika, već postoje privremena stanja nemotiviranosti koja mogu izazvati škole,

nastavnici ili učenici (Jensen, 1995). U nastavi usmjerenoj na učenika, učenik bi trebao biti aktivniji od nastavnika ili barem jednako aktivan, jer nastava u kojoj učenici samo sjede, slušaju i gledaju ne može zadovoljiti njihove biološke i društvene potrebe te potrebu za samoostvarenjem, njihovu znatiželju i želju za djelovanjem (Matijević, 2008). Terenska je nastava vrlo važna za učeničku motivaciju (Rickinson i sur, 2004) i svakako je jedan od načina aktivnog uključivanja učenika u nastavni proces pa istraživanja brojnih autora ukazuju na njezin pozitivan utjecaj na razvoj socijalnih kompetencija, na usvajanje znanja i razvoj stavova kod učenika (Martin i sur, 1981; Bogner, 1998; Preston i sur, 2004; Dillon i sur, 2006).

Suvremena nastava Prirode i Biologije trebala bi intenzivnije uključiti učenike u nastavni proces (Labov i sur, 2010), poticati ih na upoznavanje svijeta koji ih okružuje te ih usmjeravati učenju življenja u skladu sa prirodom i društvenom zajednicom kojih su dio. Takva nastava trebala bi omogućiti stjecanje trajnih i primjenjivih znanja, razvoju sposobnosti i umijeća. Kako bi što bolje upoznali sve aspekte poučavanja i učenja neophodno je provoditi raznolike analize i rezultate promatrati u različitim aspektima. Istraživači i programeri iz obrazovne zajednice počeli su istraživati potencijale u usvajanju tehnika za stjecanje uvida o učenju (Oyerinde i Chia, 2017), što je potrebno kako bi se nastava mogla prilagoditi učenicima.

Istraživanje je provedeno sa svrhom utvrđivanja kako aktivna nastava u vidu učeničkih projekata u sklopu terenske nastave mogu utjecati na kompetencije učenika, ishode njihova učenja i na njihovo zadovoljstvo i motivaciju. Ciljevi istraživanja su utvrditi:

- koliko su učenici šestog razreda osnovne škole sposobni sami izraditi projekt u prirodi u sklopu redovite nastave
- kakav je stav učenika prema aktivnoj nastavi i posebice terenskoj nastavi
- koliko aktivna nastava u obliku projekata učenika i njihovo uključivanje utječe na motivaciju učenika
- koliko aktivno uključivanje učenika u nastavu (kroz zadatke, terensku nastavu, grupni rad i rad u parovima) utječe na kvalitetu i trajnost stečenih znanja.

MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno školske godine 2006./2007. u osnovnoj školi A. B. Šimić u Zagrebu uz suradnju nastavnice Vlaste Bendelja. Obuhvatilo je učenike šestih razreda tijekom perioda obrade nastavne cjeline *Listopadna šuma* koja je podijeljena u 7 nastavnih jedinica. Nastavu je održala Elma Kerić, studentica smjera profesor biologije i kemije PMF-a u Zagrebu. Istraživanje se metodološki zasniva na provedbi pedagoškog istraživanja i na prikupljanju podataka iz neposrednog odgojno-obrazovnog rada. Provedeno je na uzorku od 64 učenika u tri šesta odjeljenja. Učenici 6.a i 6.b odjeljenja činili su ispitnu skupinu, a učenici 6.c odjeljenja činili su kontrolnu skupinu. Kao instrumenti za prikupljanje podataka korištena su tri kompleta pitanja za pismenu provjeru znanja te anketa za učenike.

Na početku istraživanja svi su učenici pisali inicijalnu provjeru znanja kako bi se provjerilo znanje kojim raspolažu prije obrade nastavne cjeline *Listopadna šuma* te da bi se usporedilo predznanje kontrolne i eksperimentalne skupine. Tijekom obrade nastavne cjeline učenici eksperimentalne skupine proveli su dva samostalna zadatka. Cjelokupna nastava s eksperimentalnom skupinom organizirana je tako da su učenici samostalno, grupno i u parovima aktivno sudjelovali u radu tijekom projekata, odnosno izrade zadataka. I tijekom ponavljanja gradiva izvedenog kroz igru, naglasak je bio na učeničkim aktivnostima. Učenici kontrolne grupe u isto su vrijeme poučavani klasičnim frontalnim oblikom rada uz primjenu

metode razgovora. Prva provjera znanja provedena je nakon završetka prvog zadatka i ponavljanja. Obuhvaćala je sadržaje iz nastavnog programa prema udžbeniku kojeg su učenici kontrolne skupine koristili u nastavi i tijekom rada na zadacima eksperimentalne skupine. Na taj je način bilo moguće usporediti usvojenost sadržaja obje skupine te utvrditi postoje li razlike između učenika koji su radili na projektnim zadacima i onih koji su prisustvovali samo tradicionalnoj nastavi u školi. Provjera je sadržavala 20 zadataka objektivnog tipa. Druga provjera znanja provedena je nakon završetka drugog zadatka i ponavljanja. Ova provjera obuhvaćala je ukupne sadržaje vezane za nastavnu cjelinu *Listopadna šuma*.

Prvi zadatak *Posjet listopadnoj šumi* obuhvatio je i terensku nastavu u prirodi. Učenici su podijeljeni u grupe po 5 učenika uz upute za izvođenje projekta i prezentaciju. Učenici su dobili zadatak posjetiti šumu u blizini škole i promatrati prirodu oko sebe (biljni i životinjski svijet, mirise, boje) te prikupiti materijal koji je, po njihovom kriteriju, karakterističan za određenu šumu. Od prikupljenog materijala bilo je potrebno izraditi plakate na temu *Listopadne šume*. Učenici su imali 12 dana za izradu zadatka, a rezultate su trebali prezentirati ostalim učenicima u razredu. Svaka grupa dobila je tri ocjene koje obuhvaćaju kreativnost, korištenje dodatne literature i izlaganje. Na ovaj način željelo se potaknuti učenike da se više posvete promatranju svijeta oko sebe i boravku u prirodi. Također se potaknuo natjecateljski duh kao i međusobna suradnja. Promatralo se koliko oni doista uživaju u posebnim zadacima i koliko to utječe na njihovo znanje. Učenici su radili u grupama i imali 12 dana za izradu zadatka i prezentacije. Svaka grupa je dobila tri ocjene koje obuhvaćaju kreativnost, korištenje dodatne literature i izlaganje. Namjena zadatka bila je kroz učenički boravak u prirodi razviti vještine promatranja kao osnove za zaključivanje.

U drugom zadatku učenici su podijeljeni u parove uz upute za izvođenje zadatka kooperativnog učenja sa izradom eseja na temu *Zaštićenih životinjskih vrsta listopadne šume* ili na temu *Ljekovitih biljaka listopadne šume*. Zadatak svakog para bio je pronaći u literaturi najmanje 3 biljne ili životinjske vrste i detaljno ih obraditi. Učenici su dobili i detaljne upute za pisanje eseja. Za provedbu zadatka imali su 14 dana i na kraju su trebali prezentirati svoj rezultat u obliku eseja. Ovim se projektnim zadatkom nastojalo kod učenika potaknuti razvijanje prirodoslovne pismenosti i usmjeriti ih na služenje dodatnom literaturom pa je kao obrazovni izvor korišten i Internet. Svaki je par dobio jednu zbirnu ocjenu koja je uključivala ocjenu za kreativnost, korištenje izvora znanja, oblikovanje teksta i izlaganje.

Prva provjera odnosila se na provjeru predznanja (inicijalna provjera). Kratkim petminutnim testom učenici su potaknuti na razgovor i raspravu o listopadnoj šumi. Budući da su učenici znali većinu odgovora na pitanja iz inicijalnog ispita željeli su podijeliti svoje znanje sa nastavnikom i međusobno. Poznavanje materije probudilo je u njima dodatnu motivaciju, jer se ne susreću sa potpuno nepoznatim sadržajima već posjeduju određeno znanje koje žele i prezentirati. Druga provjera znanja provedena je nakon završetka prvog projekta i ponavljanja, a obuhvaćala je gradivo prema nastavnom planu i programu vezana za gradivo u udžbeniku i nije bilo pitanja vezanih isključivo za provedeni projektni zadatak eksperimentalne skupine. Treća provjera znanja izvršena je nakon završetka zadatka kooperativnog učenja i ponavljanja na isti način kao i prva. Obuhvaćala je ukupno gradivo vezano za nastavnu cjelinu *Listopadna šuma*. Pitanja su bila vezana isključivo za nastavne sadržaje prezentirane u udžbenicima, jer se željelo provjeriti postoji li razlika u usvojenosti gradiva kod učenika ovisno o tome jesu li radili na projektu ili su prisustvovali samo redovitoj nastavi u školi. Učenici su pisali provjeru objektivnog tipa od 20 pitanja u trajanju od 30 minuta.

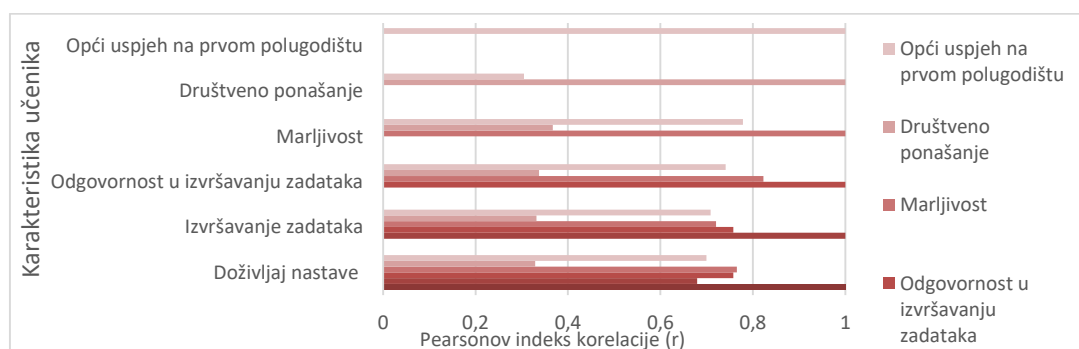
Tijekom nastave učenici su učili kako sa razumijevanjem pročitati i obraditi određeni tekst, budući da učenici ne znaju kako pristupiti obradi opširnijeg teksta koji čini svaku nastavnu jedinicu u udžbeniku. Poseban problem u obradi teksta bilo je razlučiti važno od manje važnog i obraditi tekst u obliku natuknica za učenje. Učenici su upoznali tri načina učenja uz rad na tekstu u smislu podrške generičke kompetencije „učiti kako učiti“. Prvi oblik učenja uz rad na tekstu bilo je traženje odgovora na pitanje postavljeno u radnom listiću i prezentiranje odgovora ostatku razreda. Učenici su podijeljeni u pet grupa i svaka je grupa dobila jedno pitanje. Radilo se na tekstu iz udžbenika vezanom za nastavnu jedinicu *Osnovna obilježja kontinentalne listopadne šume*. Drugi oblik učenja uz rad na tekstu bilo je naučiti razlučiti važne činjenice od manje važnih izvlačenjem natuknica iz teksta. Cilj zadatka bilo je otkriti zašto postoji razlika u bojama teksta (različiti slojevi u šumi). Učenici su dobili gotovi tekst u dvije boje kako bi lakše postigli željeni rezultat. Drugi oblik rada na tekstu bio je vezan uz nastavne jedinice *Prizemni sloj kontinentalne listopadne šume* i *Sloj grmlja kontinentalne listopadne šume*. Treći oblik bio je izrada mentalnih mapa. Na temelju teksta u udžbeniku uz nastavne jedinice *Povezanost biljaka i životinja u šumi* i *Iskorištavanje i zaštita šuma* morali su napraviti mentalnu mapu i prezentirati je ostatku razreda. Osim rada na tekstu nastavna jedinica *Sloj drveća u listopadnoj šumi* obrađena je na temelju učeničkih plakata iz prvog zadatka. Materijali sa plakata upotrijebljeni su za upoznavanje učenika sa drvećem koje nalazimo u listopadnim šumama.

Ponavljanje gradiva provedeno je u obliku igara kako bi učenici bolje usvojili i sistematizirali obrađeno gradivo. Ponavljanje kroz igru odabrano je jer svi učenici lakše prihvaćaju ponavljanje i učenje u obliku igre, razlika je samo u odabiru igara i njihovoj prilagodbi određenom uzrastu. U dobi od 12 godina učenici su zaigrani i mnogo lakše prihvaćaju svaki oblik rada koji je njima blizak i koji će im omogućiti da se zabave dok uče.

Po završetku istraživanja provedena je anketa među učenicima sa ciljem prikupljanja podataka o njihovom vlastitom doživljaju nastave i primjeni projekata pri čemu su učenici kontrolne skupine bili izvješteni o tehnikama rada koje su primijenjene u eksperimentalnim skupinama. Provedena je anketa među razrednicima kako bi se prikupili podaci o doživljaju nastave, odnosima unutar razreda kao i među razredima. Anketu je ispunila i nastavnica koja vodi učenike u učenju predmeta Prirode, kako bi se dobili podaci o odnosu učenika prema nastavi Prirode. Statističke analize i grafički prikazi provedene su primjenom paketa analize podataka Microsoft Excel.

REZULTATI

Analizom općih karakteristika učenika eksperimentalne i kontrolne skupine utvrđeno je da je opći uspjeh učenika znatno povezan s njegovim radom tijekom nastave (slika 1).

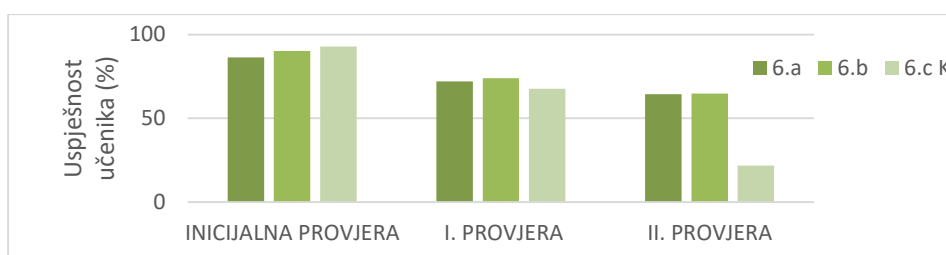


Slika 1 Korelacije procjene općih karakteristika učenika

Marljivi učenici pokazuju veliku odgovornost pri rješavanju zadataka uz pozitivan doživljaj nastave i ažurno rješavanje zadataka. Za razliku od toga društveno ponašanje uspješnih učenika znatno je slabije razvijeno.

Rezultati pisanih provjera

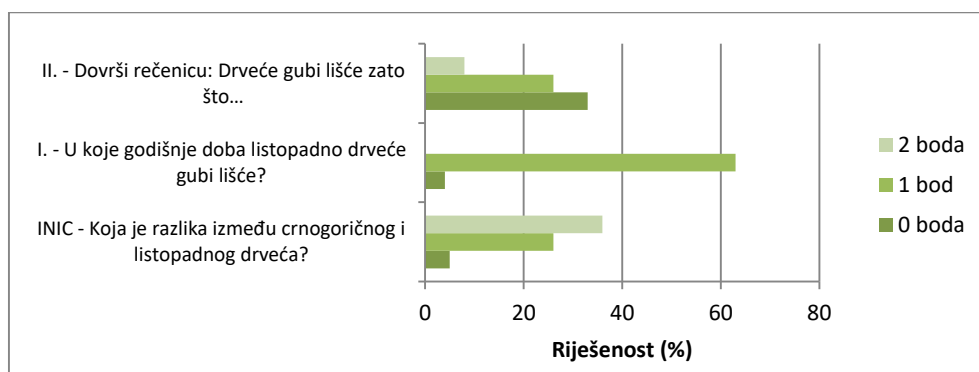
Nije utvrđena statistički značajna razlika između učenika u uspješnosti rješavanja inicijalnih provjera, te je time omogućena uopćena usporedba rezultata svih odjeljenja, jer su učenici pokazali podjednake sposobnosti i mogućnosti. Uspješnost u rješavanju provjera tijekom istraživanja opada vrlo vidljivo kod kontrolnog odjeljenja, dok odjeljenja uključena u aktivnu nastavu pokazuju bolje rezultate. Kontrolno odjeljenje ima posebno loše rezultate u posljednjoj provjeri (slika 2).



Slika 2 Postotni udio uspješnosti po odjeljenjima pri rješavanju provjera

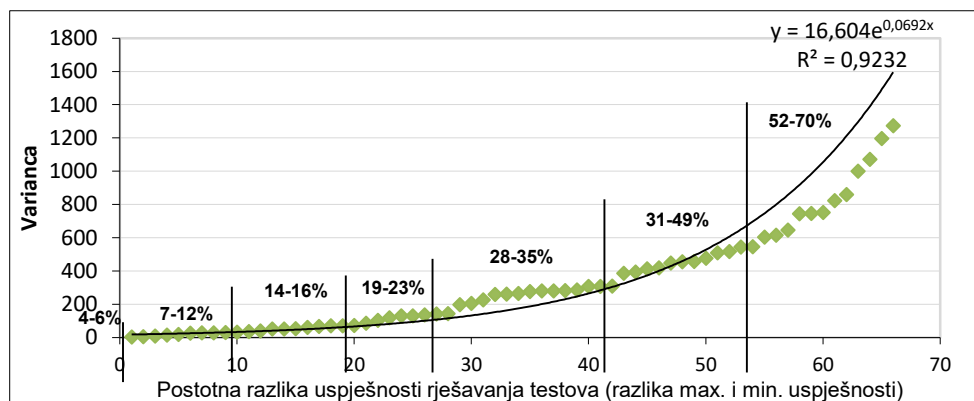
Razlika uspješnosti u provjeri znanja vidljiva je u pisanoj provjeri nakon drugog projektnog zadatka kada je su učenici kontrolnog odjeljenja postigli samo 22 % riješenosti u odnosu na po 65 % riješenosti koju su ostvarila eksperimentalna odjeljenja (slika 2). Inicijalnu pismenu provjeru najbolje je riješilo kontrolno odjeljenje, a ispite nakon prvog i drugog zadatka najbolje je riješilo odjeljenje 6.b razreda. Razlike uspješnosti u provjeri znanja između eksperimentalnih odjeljenja nisu statistički značajne (slika 2).

Pri usporedbi aktivnog učenja uz projektne zadatke i tradicionalnog poučavanja uz razgovor s učenicima na primjeru jednog pitanja koje je vezano uz osnovne karakteristike listopadne šume, odnosno *gubitak lišća listopadnog drveća*, može se uočiti da na reproduktivnoj razini nema značajnijih razlika u odnosu na inicijalni odgovor učenika, jer je u oba navrata riješenost zadataka 63 % (slika 3). Za razliku od toga kod završne provjere na kraju istraživanja gdje je u kratkom odgovoru traženo objašnjenje razloga gubitka lišća, uočeno je da je 12 % učenika moglo pružiti potpuno objašnjenje koje je uključivalo elemente konceptualnog razumijevanja, dok je 39 % učenika ponudilo djelomično točan odgovor na reproduktivnoj razini, a 49 % učenika nije ponudilo dobro objašnjenje.



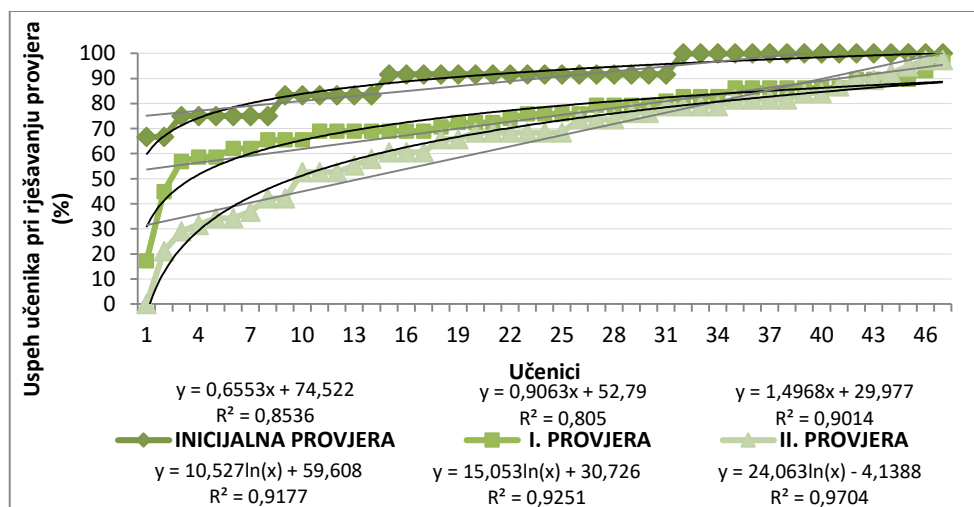
Slika 3 Riješenost provjera s obzirom na ostvarene bodove

Pri analizi uspješnosti učenja utvrđenoj na osnovu pisanih provjera znanja tijekom obrade nastavne teme *Listopadna šuma*, potvrđene su očekivane signifikantne razlike u rješenju I. i II. pisane provjere ($F_{(3,91)} = 6,96$; $p < 0,009$). Analiza varijanca rješenja svakog pojedinog učenika ukazuje na eksponencijalni regresijski trend i mogućnost svrstavanja učenika u skupine prema postotnoj varijaciji uspješnosti (slika 4).



Slika 4 Eksponencijalni trend stalnosti uspjeha pojedinog učenika u provjerama znanja

Podaci dobiveni istraživanjem pokazuju da uspješnost učenja uz zadatke raste i da je rast izraženiji i bolji nakon prvog zadatka dok je nakon drugog zadatka nešto sporiji i nepravilniji, ali da dostiže 100% (slika 5).

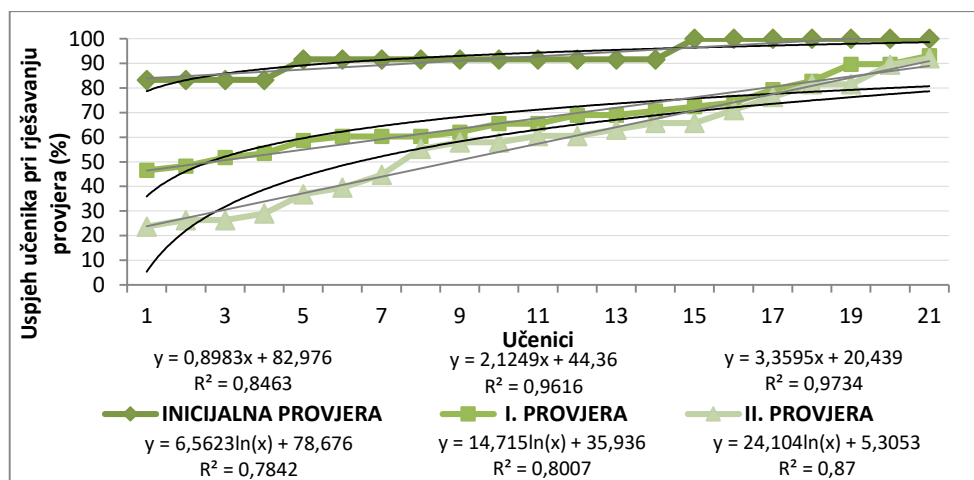


Slika 5 Uspješnost učenja uz zadatke prema riješenosti provjera

Na slici 5 može se uočiti da logaritamski oblik regresije bolje objašnjava postignuti uspjeh učenika ($R^2 = 0,92$; $0,93$; $0,97$). Usprkos tome linearni model regresije još uvijek pokazuje zadovoljavajuću pouzdanost ($R^2 = 0,85$; $0,81$; $0,90$), ali i umanjuje značaj rijetkih pojedinačnih rezultata uspješnosti, te je linearni model bolje koristiti za prikaz ukupne slike uspješnosti u provjerama znanja. Pri tome manji odsječak na osi y pokazuje slabiju uspješnost pri rješavanju zadataka, a položenost regresijske linije ukazuje na veću ujednačenost uspjeha kod ispitivanih učenika.

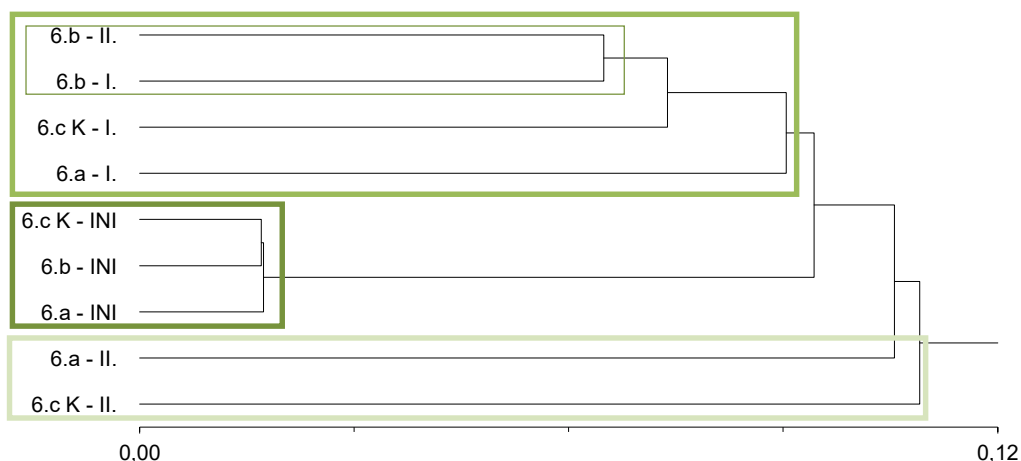
Usporedbom slike 5 sa slikom 6 može se uočiti da je uspješnost učenja prisutna i kod kontrolnog odjeljenja te i tamo raste, ali je ukupno slabija nego kod eksperimentalnih odjeljenja. Nije utvrđena statistički značajna razlika u uspješnosti učenja, što ukazuje na kvalitetnu nastavu uz razgovor koja se

većim dijelom primjenjuje u radu s učenicima i osigurava učenje s 57 % uspjeha. Za razliku od toga učenici koji su učili uz projektne zadatke i različite aktivnosti ostvarili su 66 % uspješnosti učenja.



Slika 6 Uspješnosti učenja kontrolnog odjeljenja

Klaster analiza uspješnosti provjera (Distance/Similarity Measure = Bray and Curtis; Cluster Method = Nearest Neighbour) ukazuje na najveću sličnost uspjeha učenika pri rješavanju provjera iste grupacije (slika 7), što je u skladu sa zahtjevima pojedine provjere.



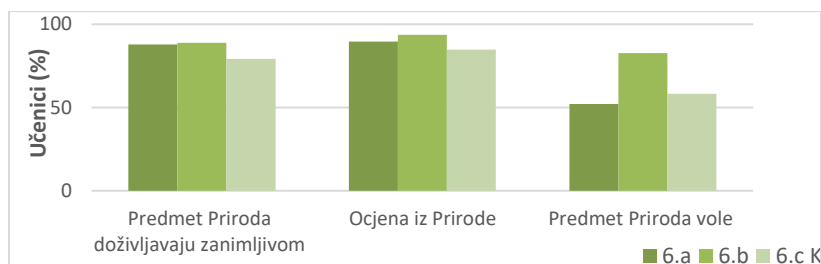
Slika 7 Klaster-dijagram uspješnosti učenika u sklopu pojedinih odjeljenja pri rješavanju provjera INI – inicijalna, I: - prva provjera, II. – druga provjera

Pri analizi klaster dijagrama vidljiva je i veća uspješnost nakon prvog zadatka. To možemo objasniti činjenicom da velik broj učenika u anketi ocjenjuje prvi zadatak zanimljivijim zbog terenske nastave. Taj podatak govori o vjerojatno većoj motivaciji koja je mogla utjecati na bolji rezultat učenja. Pisana provjera II. 6.b odjeljenja izdvaja se po uspješnosti i više odgovara riješenosti I. pisane provjere kod svih odjeljenja.

Analiza ankete učenika

Učenici su u visokom postotku u sva tri odjeljenja procijenili da nastavu Prirode doživljavaju vrlo zanimljivom, a u njoj postižu i vrlo dobre rezultate (slika 8). Anketom je ispitano što se učenicima sviđa na nastavi Prirode pa se pokazalo da izuzetno pozitivno reagiraju na rad u grupi, kao i na učenje kroz igru i zabavu (tablica 1). Učenici eksperimentalnih odjeljenja dobro su prihvatili istraživanje ocijenivši

ga srednjom ocjenom 4,0 dok kontrolno odjeljenje (6.c) nije dobro prihvatilo istraživanje ocijenivši ga srednjom ocjenom 1,5.



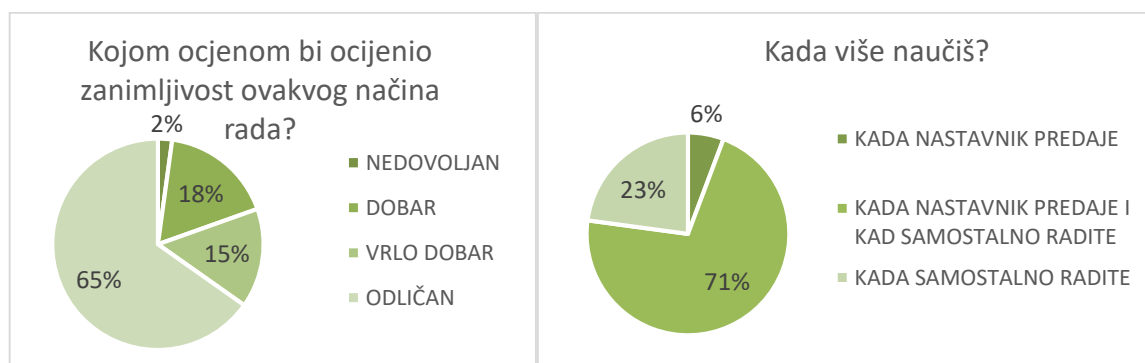
Slika 8 Stav učenika prema predmetu Priroda

Učenici kontrolnog odjeljenja posebno su negativno ocijenili svoju izoliranost od aktivne nastave i nemogućnost natjecanja sa drugim odjeljenjima. Srednja ocjena kojom su učenici procijenili način rada tijekom nastave je $3,7 \pm 0,47$.

Tablica 1 Procjena učenika o oblicima i načinu rada

Kategorija pitanja	Anketna pitanja	Odjeljenje		
		6.a	6.b	6.c K
RAD TIJEKOM NASTAVE	grupni rad	4	4	4
	rad na tekstu	3	4	3
	rad u parovima	4	3	4

65 % učenika eksperimentalnih odjeljenja jako je zadovoljno primijenjenim načinom rada, dok takav način rada nije odgovarao 2 % učenika (slika 9). Većina učenika (71 %) uz mogućnost samostalnog rada treba dobru potporu i usmjerenje kao i sistematizaciju nastavnika, što se može vidjeti u prepoznavanju najboljeg učinka učenja i prema mišljenju učenika (slika 9).

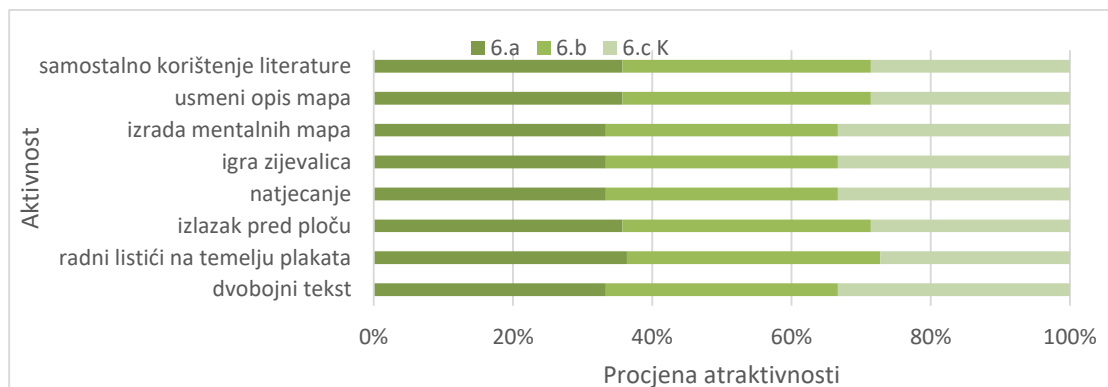


Slika 9 Učenička procjena zanimljivosti učenja uz projektne zadatke te uspješnosti učenja s obzirom na način rada

U stavovima učenika o tome što im se sviđa u nastavi Prirode ističe se pozitivan stav prema aktivnostima izrade mentalnih mapa i upoznavanja životinja koji iskazuje više od 5% učenika. Ostale aktivnosti izabire manje od 5% učenika. Više od 10% učenika izabralo je sve ponuđene odgovore, jer ništa nisu mogli posebno izdvojiti. Najbolje prihvaćenim pokazao se rad u grupi, 18% odgovora. Aktivnosti učenika procijenjene su srednjom ocjenom 4,7, ali utvrđene su signifikantne razlike u prihvaćanju aktivnosti ($F_{(2,66)} = 3,68$; $p < 0,01$). Najnižom ocjenom ocijenjen je radni listić na temelju plakata (3,7). Srednjom ocjenom 5,0 procijenjeno je korištenje dvobojnog teksta, natjecanje, igra zijevalica, izrada mentalne mape. Kontrolno odjeljenje 6.c procijenilo je nižom ocjenom od odjeljenja 6.a i 6. b aktivnosti: izlazak pred ploču, usmeni opis mentalnih mapa, korištenje literature. Kontrolno

odjeljenje 6.c najnižom je ocjenom ocijenilo radne listiće na temelju učeničkih plakata (slika 9), što je razumljivo jer oni nisu izrađivali plakate na osnovu kojih su učili.

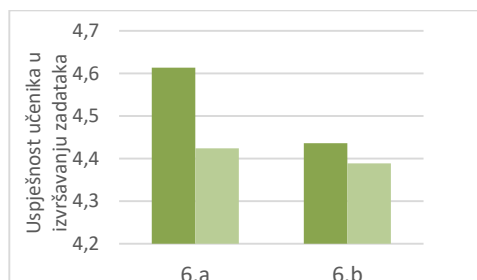
Analiza stavova učenika o zadacima pokazala je da se rad na zadacima svidio većini učenika (6.a = 87%, 6.b = 91% učenika). Prvi zadatak je bolje prihvatilo 54% učenika (srednja ocjena: 6.a = 4.6, 6.b = 4.4). Drugi zadatak je bio prihvatljiviji za 39% učenika (srednja ocjena: 6.a = 4.4, 6.b = 4.4). Oba zadatka su se jednako svidjela udjelu od 7% učenika. Prema iskazima u anketi prvi zadatak više se svidio učenicima najviše zbog zanimljivosti, rada u grupi, posjeta šumi, lakšeg dogovora i zbog boljeg razumijevanja.



Slika 10 Srednje procjene učenika za provedene aktivnosti

Kod provjere znanja čak 64% učenika preferira pisani oblik provjere znanja, njih 30% usmeni oblik, dok 6% učenika nije izabralo ni jedan oblik provjere znanja. Ponavljanje kroz igru s nagradama (bomboni ili plusevi) učenicima je vrlo zanimljivo i privlačno pa se za taj oblik ponavljanja odlučilo 89% učenika, a samo 11% smatra da je bolja igra bez nagrada.

Iz slike 11 vidljivo je da su učenici uspješnije riješili projektni zadatak 1, ali i da je 6.a odjeljenje bilo uspješnije u rješavanju oba zadatka.



Slika 11 Srednja ocjena uspješnosti učenika pri izradi projektnih zadataka

Usprkos toga uočene razlike između uspjeha učenika u različitim odjeljenjima nisu signifikantne i omogućuju zajedničku interpretaciju rezultata. 91% učenika smatra da je više naučilo radeći na zadacima i stoga takav način rada želi i ubuduće, dok 9% učenika ne prihvaća nastavu koja uključuje aktivne zadatke i smatra da to ne pridonosi boljim rezultatima učenja.

Učenici su posebno uživali u aktivnoj nastavi zbog toga što im je ona zabavnija zbog rada u grupi, rada u paru i mogućnosti rada na otvorenom. Rezultati ankete pokazuju da 70% učenika nakon završetka istraživanja smatra da im je zanimljivo učiti o listopadnim šumama preko projekatnih zadataka i tijekom terenske nastave. Samoprocjenom je 91% učenika eksperimentalnih odjeljenja koji su sudjelovali u

aktivnostima učenja uz projektne zadatke, zaključilo da znaju više o listopadnim šumama nego na početku istraživanja. Čak 98% učenika sve dobivene upute u nastavi smatra vrlo jasnim i preciznim, a 91% učenika i ubuduće želi raditi na zadacima.

RASPRAVA

U suvremenoj nastavi naglasak više nije na usvajanju činjenica već se ističe razvoj učeničkih kompetencija i osposobljavanja učenika za samostalni život. Učenici uključeni u aktivnu nastavu tijekom istraživanja vrlo su dobro reagirali, dok učenici kontrolne skupine nisu dobro prihvatili istraživanje. Iako su učenici kontrolnog odjeljenja na nastavi bili uključeni u jednake aktivnosti, nisu sudjelovali u projektnim zadacima i terenskoj nastavi. Smatrali su stoga, što potvrđuju rezultati ankete, da su zakinuti za zanimljiv i zabavan dio nastave i na to nisu dobro reagirali. U školi i na nastavi svi učenici podjednako žele sudjelovati u svim aktivnostima i vrlo im je bitno da budu dio cjeline. Ne vole kada ih se izdvaja, kada su odvojeni i ne sudjeluju u nečemu za što su sigurni da je zanimljivo i zabavno. Takve reakcije učenika potvrđuje i Bilić (2001).

U procjeni oblika rada svi učenici najbolje su ocijenili suradničko učenje uz grupni rad, a vrlo je dobro ocijenjen i rad u paru. Učenici radom u grupama razvijaju vještine, usvajaju nova znanja ali i razvijaju socijalne kompetencije što potvrđuju brojni autori (Slavin, 1995; Lukša, 2007; Borresen, 2006). Bilić (2001) također ukazuje da se tijekom zajedničkih aktivnosti stvaraju različiti odnosi među učenicima, izgrađuje pozitivan stav o sebi, ali se razvijaju i stavovi o standardima poželjnih i odgovarajućih osobina. Nedostatak ovih oblika rada kod kontrolne grupe uzrokovao je pad motivacije (Lorenzo i sur, 2006), što je utjecalo na manju uspješnost ove skupine učenika i na svim pisanim provjerama znanja, osim na inicijalnoj provjeri koja pokazuje predkoncepte i retenciju znanja. Na uspješnost učenja osim suradničkog učenja utjecala je i primjena aktivnog učenja kojim prema Dryen, Vos (2001) učenici upamte 90% naučenoga. U procjeni različitih tipova rada učenici su najlošije reagirali na rad bez ocjenjivanja. Ocjena je za njih kao dio školskog sustava važan pokazatelj uspješnosti i vjerojatno utječe na motivaciju što potvrđuju brojni autori (Ros i Gott, 2003). Bilić (2001) ističe da zdrava konkurencija potiče učenike na pozitivne napore u postizanju uspjeha, no važno je da ocjena ne ostane i jedina učenička motivacija.

Rezultati analize državne mature iz biologije (Radanović i sur, 2017) podupiru rezultate ovog istraživanja da je u pripremi pisanih provjera neophodno učenike tražiti objašnjenja. Ovim je istraživanjem utvrđeno da i na razini provjere bazičnih neophodnih reproduktivnih znanja treba učenike privikavati da uz odgovor nude objašnjenje, jer se samo na taj način može napraviti poveznica prema konceptualnom razumijevanju i omogućiti izgradnja koncepata.

Uspješnost učenja ukazuje na eksponencijalni regresijski trend i mogućnost svrstavanja učenika u skupine prema postotnoj varijaciji uspješnosti. Rezultati pokazuju kako su učenici bili uspješniji u rješavanju prvog zadatka i da im je prvi zadatak bio draži od drugog. Prvi zadatak uz terenski zadatak omogućio je učenicima da nastavu Prirode dožive kao nastavu u prirodi (Garašić, 2012) jer im je omogućio samostalan odlazak u prirodu, rad u grupama, skupljanje i slaganje materijala te njegovo prezentiranje. Abrahams (2009) predlaže da se termin motivacija u kontekstu praktičnog rada zamijeni terminom situacijski interes, jer za razliku od motivacije ili osobnog interesa, će situacijski interes vjerojatno izdržati nakon kraja određenog nastavnog sata (Hidi i Harackiewicz, 2000) te pomaže u objašnjenju zašto se učenici moraju stalno stimulirati kroz čestu uporabu praktičnog rada, odnosno

različitih oblika aktivnosti tijekom nastave. Mogućnost boravka u prirodi, neposrednog upoznavanja sa prirodom i njezinim zakonitostima potiče motivaciju, pruža učenicima osjećaj samostalnosti i sposobnosti za otkrivanjem novog i nepoznatog. Takve rezultate istraživanja potvrđuje i Jensen (1995) koji ističe da najbolje poticanje učenikove motivacije omogućuje pobuđivanje znatiželje uz izazovne aktivnosti i očekivanja, a tada je učenik spreman primiti podatke ili informacije koje će, kada se povežu s drugim relevantnim asocijacijama, stvoriti značenje i oblikovati ono što se zove znanje. Rezultati uspješnosti ovog zadatka potvrđuju da dobro osmišljen zadatak terenske nastave potiče motivaciju učenika i olakšava savladavanje nastavnog programa. Slične rezultate pokazuju i istraživanja još nekih autora koji ističu upravo dobru pripremljenost i jasnoću uputa u primjeni terenske nastave (Bilić, 2001; Dillon i sur, 2006). Tako Siendetop (1971) ističe da posebnu pozornost učenju i poučavanju prirode zaslužuje pristup koji podržava i razvija autonomnost temeljenu na iskustvu. Ta činjenica ukazuje da učenicima treba omogućiti nastavu prirode u prirodi gdje bi oni vlastitim radom dolazili do pojedinih spoznaja i zaključaka, što ističu i Borić i Peko (1998). Rezultati istraživanja pokazuju da učenici najbolje reagiraju na inventivniji i zahtjevniji pristup nastavi koja ih potiče da se uključe, budu aktivni i sudjeluju te takva nastava dovodi do najviših rezultata. I prema Matijeviću (2008), aktivnosti učenika, u odnosu na druge strategije učenja, više pridonose stjecanju znanja, ali i razvijanju vještina i podizanju motivacije za učenje i druge nastavne aktivnosti. U nastavi Prirode šestog razreda mogu se primijeniti najrazličitiji načini i oblici rada te iskoristiti mnoštvo ideja jer je Priroda, kao rijetko koji predmet bogata praktičnim i svakodnevnim primjerima iz života. Najvišom ocjenom učenici su ocijenili upravo takav način rada (igra zijevalice, dvobojni tekst, natjecanje, izrada mentalne mape).

Drugi projektni zadatak bio je vezan uz razvoj prirodoslovne pismenosti i od učenika je tražio upoznavanje literature i korištenje Interneta, odnosno boravak u zatvorenom prostoru, uz puno čitanja i kritičkog razmišljanja. U odnosu na terenski zadatak, takav način rada većina učenika ipak je doživjela kao manje zanimljiv. Kod eksperimentalne grupe uz zadatke, uspješnost učenja raste i rast je izraženiji i bolji nakon prvog zadatka, dok je nakon drugog zadatka nešto sporiji i nepravilniji, ali dostiže 100% uspješnosti učenja kod većeg broja učenika. Učenici u dobi od 12 godina su još vrlo zaigrani, uživaju pokazivati svoju kreativnost i dolaziti do novih spoznaja neposrednim kontaktom (Jokić, 2008) dok im je ideja o sjedenju i proučavanju literature pomalo odbojna. Zato je i uspješnost učenja nakon prvog zadatka imala intenzivniji rast nego nakon drugog zadatka. Takvom pristupu učenja biologije daje potporu i Hodson (1996) koji ističe da je učenje sadržaja prirode uspješnije s dokazima iz prve ruke i iskustvom na terenu. Takav zaključak potvrđuju Greaves i sur. (1993) koji ističu da podaci koji nisu dobiveni iz prve ruke često učenike ostavljaju nedostatno informiranim i nedovoljno osviještenim.

Jedan od bitnih čimbenika u prihvaćanju projektnog učenja bio je i dobar odnos učenik-učitelj zbog kojeg su učenici pozitivno reagirali na aktivnu nastavu i izrazili želju da i ubuduće sudjeluju u takvim aktivnostima. Pozitivno su ocijenili i nastavnika iako se ne može zanemariti da je 11% učenika ocijenilo nastavnika ocjenom dobar i da je većina tih učenika iz kontrolnog odjeljenja. Tu je ponovno bitan osjećaj prihvaćenosti i jednakog odnosa prema svima koji je zbog zadaće kontrolne grupa prema njima izostao.

Većina učenika preferira kombinaciju nastavnikova strukturiranog vođenja i samostalnog rada, manji broj kada rade samostalno, a samo 6 % učenika odobrava tradicionalni predavački frontalni rad nastavnika. Takav stav učenika odgovara zaključku da većini učenika odgovara strukturirano vođeno aktivno učenje u odnosu na slobodno istraživačko učenje (Kirschner i sur, 2006).

Uspješnost učenja kontrolnog odjeljenja prisutna je i raste, ali daleko manjim intenzitetom i sporije nego kod odjeljenja uključenih u aktivnu nastavu. Podatci o postignutim rezultatima učenika mogu biti dobra osnova za analizu ostvarenog uspjeha pojedinog zadatka u nastavi, ali i predviđanje uspjeha učenika. Logaritamski oblik regresije bolje objašnjava postignuti uspjeh učenika, ali linearni model još uvijek pokazuje zadovoljavajuću pouzdanost te umanjuje značaj rijetkih pojedinačnih rezultata uspješnosti. Zbog toga je linearni model bolje koristiti za prikaz ukupne slike uspješnosti u provjerama znanja. Takve rezultate podržavaju i istraživanja drugih autora te su Freyberger i sur. (2004) logističku regresiju koristili za predviđanje točnog odgovora na pitanje pri e-učenju i određivanje modela prijenosa kako bi predvidjeli uspjeh učenika, dok su Myller i sur. (2002) linearnu regresiju koristili za predviđanje rezultata ispitivanja u tečajevima obrazovanja na daljinu. Na osnovu analize postignutih rezultata učenika u pisanim provjerama utvrđeno je da manji odsječak na osi y uz primjenu linearne regresije pokazuje slabiju uspješnost pri rješavanju zadataka, a položenost regresijske linije ukazuje na veću ujednačenost uspjeha kod ispitivanih učenika, što je dobra povratna informacija o karakteristikama provjere i učenika koji su je rješavali.

Učenici kontrolnog odjeljenja su, kako je vrijeme odmicalo, pokazivali sve lošije znanje, bez velikog napretka iako su na nastavi tijekom sata bili usmjereni samostalnom radu i kreativnosti. U anketnom su upitniku bolje procijenili tehnike rada koje uključuju veću aktivnost i manju vezu s tradicionalnim oblikom nastave. Sukladno tome Labak i sur. (2014) utvrdili su da učenici smatraju kako im je učenje i pamćenje olakšano kada se aktivne metode primjenjuju tijekom dužeg vremena i u blok satima. Uspješnost učenika kontrolne skupine opada velikim intenzitetom, jednako kako se smanjuje i njihova motivacija. Mnogi autori ukazuju na povezanost motivacije i uspješnosti (Matijević, 2008; Bilić 2001), a prema Furlanu (1984) na razvoj motivacije značajno utječe uspjeh postignut vlastitim učenjem i radom. Tako je razvoj unutarnje motivacije moguće ostvariti preko vanjskih čimbenika kao što je dobro strukturirani zadatak u prirodi (Kirschner i sur, 2006), u kom učenici nalaze zanimljivost i životnu primjenjivost i koji potiče situacijski interes kod učenika. Nakon sudjelovanja i truda uloženog u izradu projekata i nastavu na satu učenici su pokazali bolju uspješnost učenja, te su i sami izrazili želju da i u budućnosti nešto rade sami, što je u skladu sa zaključkom Michaela (2006) koji ističe da postoji mnogo opcija iz kojih možemo birati te da svi trebamo početi reformirati našu poduku, primjenjujući one posebne pristupe za poticanje aktivnog učenja koje odgovaraju potrebama naših učenika, našim pojedinačnim nastavnim satovima i vlastitim stilovima poučavanja. Većina učenika prepoznaje najbolje učinke učenja uz mogućnost samostalnog rada, ali uz kontinuiranu povratnu informaciju i dobru potporu, usmjeravanje kao i sistematizaciju nastavnika, čime se potvrđuje neophodna visoko razvijena facilitatorska uloga nastavnika (Kirschner i sur, 2006) kao neizostavna kompetencija u primjeni aktivnog učenja. Zbog toga nastavnicima treba tijekom edukacije omogućiti primjenu više modela poučavanja i u učionici i na terenu, u skladu s individualnim potrebama za podrškom pri poučavanju ili pomoći i vođenju pri učenju za učenike. Za razliku od toga interes učenika kontrolnog odjeljenja za temu završava sa završetkom nastavnog sata. Od njih se nije zahtijevao niti očekivao nikakav dodatni rad, što je u konačnici vjerojatno rezultiralo i smanjenjem uspješnosti učenja.

ZAKLJUČAK

Učenici šestih razreda osnovne škole doživljavaju nastavu Prirode najzabavnijom kad se odvija izvan učionice, u prirodi, te svaki oblik rada koji im omogućuje slobodu istraživanja i rada izvan učionice doživljavaju pozitivno. Učenici uključeni u aktivnu nastavu postaju slobodniji u iskazivanju ideja i misli,

ne doživljavaju učitelja kao strogu figuru već kao mentora, osobu kojoj se mogu obratiti za pomoć i osobu koja njih doživljava kao osobe. Uz mentorski rad nastavnika učenicima je neophodna sistematizacija, usmjeravanje uz kontinuiranu povratnu informaciju.

Razvijanjem svijesti da su jednakovrijedni i sposobni sami riješiti zadane probleme raste motivacija za rad i uspješnost u učenju. Uvođenje projekata u nastavu zahtijeva od učitelja iscrpnu pripremu, jer mora pripremiti sve moguće scenarije događaja kako bi učenici u njemu imali stalni oslonac i pomoć i kako bi se u svakom trenutku osjećali sigurno. Poželjno je uvesti aktivnu nastavu u svim odjeljenjima, jer rezultati pokazuju da učenici ne reagiraju dobro ukoliko se osjećaju zakinuti ili isključeni. Iako većina učenika dobro prihvaća rad na projektnim zadacima, dio učenika ne prihvaća grupni rad i teže surađuje u grupi. Stoga nastavnik treba omogućiti kombinaciju različitih socioloških oblika rada kako bi svi učenici mogli razviti svoje sposobnosti. Važno je primijetiti i da većina učenika preferira kombinaciju nastavnikova više ili manje strukturiranog vođenja i samostalnog rada što ukazuje na važnost sistematizacije kod aktivnih oblika rada u nastavi.

Za analizu i predviđanje uspjeha učenika pri rješavanju zadataka pisane provjere može se koristiti linearni model koji pokazuje zadovoljavajuću pouzdanost te umanjuje značaj rijetkih pojedinačnih rezultata uspješnosti. Pri tome manji odsječak na osi y pokazuje slabiju uspješnost pri rješavanju zadataka, a položenost regresijske linije ukazuje na veću ujednačenost uspjeha kod ispitivanih učenika, što je dobra povratna informacija o karakteristikama provjere i učenika koji su je rješavali.

METODIČKI ZNAČAJ

Dobar odabir tema i prilagođenost projekata psihofizičkim sposobnostima učenika omogućit će da grupni rad i istraživanje u prirodi postigne željeni učinak, učenici će željeti znati više, više će se truditi da budu uspješniji u radu što je pokazalo i ovo istraživanje. Učenici su bili više motivirani za nastavu Prirode, uspješniji u učenju i zaključivanju i uživali su u nastavi u prirodi. Stoga upravo primjena aktivne nastave, prvenstveno uz terenski rad, može biti dobro rješenje za održavanje motivacije i zainteresiranosti učenika za nastavu uz podržavanje situacijskog interesa aktivnostima učenja. To će značiti da i mi kontinuirano tijekom nastave učimo kako poučavati i učiti zajedno s našim učenicima prilagođavajući nastavu njihovoj i svojoj osobnosti, interesima i mogućnostima izvedbe. Važnost osobnosti nastavnika pri organizaciji terenske nastave uočavaju i Scott i suradnici (2015) koji su zaključili da je predodređenost pojedinca za terenskim aktivnostima u biologiji ključna za otvorenost u pronalasku vrijednost osposobljavanja vezanog za poučavanje na terenu, čime je potvrđena potreba uvažavanja osobnosti kao važnom čimbeniku kako pri bazičnom osposobljavanju tako i pri usavršavanju nastavnika.

ZAHVALA

Istraživanje je provedeno za potrebe projekta *Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije br. 119-0091361-1223*, uz odobrenje i potporu MZOŠ-a Republike Hrvatske. Zahvaljujemo se Vladi Bendelja prof. biologije i njenim učenicima na sudjelovanju i suradnji pri istraživanju.

LITERATURA

- Abrahams I. 2009. Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science, *International Journal of Science Education*, 31, 17, 2335-2353, DOI: [10.1080/09500690802342836](https://doi.org/10.1080/09500690802342836).
- Baranović, B. 2006. Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u hrvatskoj; različite perspektive. Zagreb, Institut za društvena istraživanja
- Bilić, V. 2001. Uzroci, posljedice i prevladavanje školskog neuspjeha. Zagreb, Hrvatski pedagoško-književni zbor

Kerić, E., Radanović, I., Lukša Ž., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2017. Utjecaj aktivne nastave na učenje ekoloških sadržaja u osnovnoj školi. *Educ. biol.* 3, 1, 1-14.

- Bogner, F.X. 1998. The influence of short-term outdoor education on long-term variables of environmental perspective. *Journal of Environmental Education*, 29, 4, 17-29.
- Borić, E., Peko, A., M. Vujanović 2002. Od riječi do djela u nastavi prirode i biologije. *Život i škola*, 48, 7, 117-124.
- Borresen, C. R. 1990. Success in introductory statistics with small groups. *College Teaching*, 38,1, 26–28.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey K., Morris, M., Choi, M.J., Sanders, D., Benefield P. 2006. The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87, 320, 107-111.
- Dryden, G., J. Vos 2001. Revolucija u učenju – kako promijeniti način na koji svijet uči. Zagreb, Educa.
- Freyberger, J., Heffernan, N.T., Ruiz, C. (2004). Using Association Rules to Guide a Search for Best Fitting Transfer Models of Student Learning. *Workshop Analyzing Student-Tutor Interaction Logs to Improve Educational Outcomes*, Alagoas, Brazil, 1-10.
- Furlan, I. 1984. *Primijenjena psihologija učenja*. Zagreb, Školska knjiga.
- Garašić, D. 2012. *Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja*. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, doktorska disertacija 05.07. 2012., 348 str.
- Glasser, W. 1994. *Kvalitetna škola*. Zagreb, Educa.
- Greaves, E., Stainstreet, M., Boyes E., T. Williams 1993. Childrens ideas about rainforest. *Journal of Biological Education*, 27,3, 189-94.
- Hidi, S., Harackiewicz, J. M. 2000. Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70, 2, 151–179.
- Hodson, D. 1996. Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18, 7, 755-760.
- Jensen, E. 2003. *Super-nastava: nastavne strategije za kvalitetnu školu i uspješno učenje*. Zagreb, Educa.
- Jokić, B. 2008. *Science and Religion in Croatian Elementary Education. Pupils' Attitudes and Perspectives*. University of Cambridge, Faculty of Education, doctoral dissertation.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 2, 75-86.
- Labak, J., Heffer, M., Radanović, I. 2014. Stavovi učenika o nastavi prirode i biologije organiziranoj u dvosat. *Educatio Biologiae*, 1, 26-39.
- Labov, J. B., Reid, A. H. Yamamoto, K. R. 2010. Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?. *CBE—Life Sciences Education*, 9, 10–16.
- Lorenzo, M., Crouch, C. H., Mazur, E. 2006. Reducing the gender gap in the physics classroom. *American Journal of Physics*, 74, 118-122, DOI: 10.1119/1.2162549.
- Lukša, Ž. 2007. Akademska postignuća učenika u grupnom radu u nastavi biologije. *Napredak*, 148, 4, 549-564.
- Martin, W. W., Falk, J. H., J.D. Balling 1981. Environmental effects on learning: the outdoor field trip. *Science Education*, 65, 3, 301–309.
- Matijević, M. 2008. *Projektno učenje i nastava*. Zagreb, Znamen.
- Michael J. 2006. Where's the evidence that active learning works? *Adv Physiol Educ*, 30, 159-167, DOI:10.1152/advan.00053.2006.
- MZOŠ 2005. *Vodič kroz Hrvatski nacionalni obrazovni standard za osnovnu školu – HNOS*. Zagreb, MZOŠ.
- Myller, N., Suhonen, J., Sutinen, E. (2002). Using Data Mining for Improving Web-Based Course Design. *International Conference on Computers in Education*, Washington, 959- 964.
- Oyerinde, O. D., Chia, P. A. 2017. Predicting Students' Academic Performances – A Learning Analytics Approach using Multiple Linear Regression. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), 157, 4, 37 – 44.
- Preston, L., Griffiths, A. 2004. Pedagogy of connections: Findings of a collaborative action research project in outdoor and environmental education. *Australian Journal of Outdoor Education*, 8, 2, 36-45.
- Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić L.J., Sertić Perić M., Toljan M. 2017. *Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016*. NCVVO Zagreb 212 str.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., Benefield, P. 2004. A review of research on outdoor learning. Preston Montford, Shropshire: Field Studies Council.
- Ros, R., Gott, R. 2003. Assessment of biology investigations. *Journal of Biological Education*, 37, 3, 114-121.
- Siendentop, W. 1971. *Metodik und Didaktik Biologienunterricht*. Heidelberg, Verlag Quelle und Meyer
- Slavin, R.E. 1995. Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 43-69.
- Scott, G. W., Boyd, M., Scott L., Colquhoun D. 2015. Barriers To Biological Fieldwork: What Really Prevents Teaching Out of Doors?. *Journal of Biological Education*, 49, 2, 165-178, DOI: 10.1080/00219266.2014.914556.

BIOLOGY AND CHEMISTRY TEACHERS ATTITUDES TOWARD EDUCATION FOR PUPILS EVALUATION

Renata Ruić¹, Žaklin Lukša²

¹ Gymnasium Franje Petrića, Zadar, Obala kneza Trpimira 26, 23000 Zadar
renata.ruic@zd.t-com.hr

² Gymnasium Josipa Slavenskog Čakovec, V. Nazora 34, 40 000 Čakovec

ABSTRACT

The main task was to explore attitudes and opinions considering pupil's evaluation. The research was conducted on a sample of 220 biology and chemistry elementary and high school teachers in Croatia. A survey was constructed by closed, open questions and Likert scale. Teacher involved in research were those who graduated teacher education as well as those who finished science education and later where involved in course of psychological- pedagogical subjects. Purpose was to established teacher's attitudes about quality of their education for pupil's evaluation and assessment. Examinees think that during education they aren't well prepared for evaluation and assessment. They are not satisfied with content and method of teaching (frontal work) during qualification. Course content didn't fulfil their expectations and majority of examined teachers think that they are not well prepared for everyday teaching challenges. The results have shown that there is no significant difference in disappointment between teacher who graduated teacher education and those who later finished short course of psychological - pedagogical subjects.

Keywords: teacher, methodology of educational activities, biology, chemistry, evaluation, quality

RESEARCH GOAL

The paper partially analyses results of a larger research of teachers' evaluation system as an educational part of the teaching, ways of monitoring and evaluating pupils and teachers' opinion on their own evaluation competence. Paper also shows teachers' opinion of the quality of their education for the earlier mentioned tasks, which are the most common forms of verification, and what kind of knowledge was evaluated during the training sessions for teachers.

METHODS

Data were collected by an anonymous questionnaire constructed for the purpose of this research, which contained questions of closed and semi-open type and Likert scale. The survey was conducted during 2008 and 2009. One year before the study, a calibration test of 40 subjects was conducted. The reliability test (Cronbach's Alpha) for the whole survey is 0.749. When first 8 variables, which questioning the general data (gender, years of service, etc.), were left aside the result for the reliability test is even better: 0.762.

There were 220 (208 female) who participated the study. There were 208 female teachers and 12 male teachers. The teachers were informed of the purpose of the research and the anonymity was guaranteed. Most participants have 11 to 20 years of experience (27.3%). The most participants in the study were teachers of biology and chemistry (76), biology (71) and chemistry (65 participants). There were eight teachers teaching some subjects similar to biology or chemistry.

Majority of teachers work in an elementary school (125) and grammar school (55) while the rest of teachers (40) work in a vocational high school such as medical, economic or industrial high school.

Most of the teachers have Master degree in Education (187) while 30 of them have a Bachelor degree. Three of the participants have high school education (one of them works in elementary school, two works in high school - teaching chemistry (1) and biology (1)). The most of teachers with Bachelor degree are biology teachers, 13, of which 12 teachers have 30 years of experience. Most of the teachers (79.1%) have a teaching qualification, 10% have a mentorship and 10.9% of counselors (higher degrees of vocation). Relatively high percentage of mentor and counselor teachers is a result of the fact that a good part of the survey questionnaire was collected at the State biology and chemistry competitions and at professional conferences for the same subjects. Of the 220 respondents, 72% completed education for biology and/or chemistry teachers (Master of Education, MOE) and 28% completed science education (Master of Science, MOS) and were later involved in course of psychological-pedagogical subjects. Most of the teachers of biology and chemistry completed teacher education (31%), 26 % are biology teachers with teacher education, while the majority of teachers who tutor only chemistry have completed science education (18% of the total number of respondents; 62% of respondents who teach only chemistry attended the pedagogical-psychological group of subjects after their initial education). 41% of participants work in schools in large cities, 43% of them work in urban suburbs or less urban areas while the 16% of participants work in schools in small villages outside the urban or suburban area.

RESULTS AND DISCUSSION

An integral part of the educational process is evaluation and the assessment of knowledge. Pupils are valued from the moment they start their education. Those grades reflect on to their entire lives and are the basis for making various decisions. Schools thus implicitly direct their development and shape their goals. Are the teachers well trained for proper evaluation? The contribution of initial education and supplementary pedagogical education to teacher competencies was evaluated on the Likert scale of five degrees (I strongly disagree - 1; disagree - 2; hesitant - 3; agree - 4; strongly agree - 5). The results were processed by SPSS software program.

In this research, most teachers disagree with the statement that they are well trained in the evaluation of pupils' achievements during the course of their education or are disagreeable (63%). In their research Marinković and Davidović-Mušica (2005) achieved even a lower score: the average value of the teacher for the initial assessment of learning outcomes and student achievements in their research was 2.61, 2.56 employees and the employer's director 2.79.

In a group of teachers who consider themselves to be well trained to value pupils achievements during their education, 9% have 21-30 years of experience and 10% more than 30 years of work experience. Some thirty years ago in Croatia the *Pedagogical Academy* and the *Teacher's Training School* (equivalent to today's' Bachelor degree in Education) were active. These results stand in line with of Klapan's (1990) research of the attitudes and opinions of 160 classroom teachers on their practical preparation for the teacher's vocation. Her research has shown that teachers were most satisfied with education in the former teaching schools. Considering their abilities to evaluate pupils' achievements there is no statistically significant difference between teachers who have completed the teacher education and those who have completed science studies, ($M_{MOE} = 3,06$, $M_{MOS} = 2,92$, $t = 0,822$, $p = 0,412$). T-test variables were treated as an independent sample. Among surveyed teachers, 44% were dissatisfied with the monitoring and evaluation skills (97 out of 158 teachers with Master of Education) and 18% of science (40 out of 61 teachers with Master of Science), which in their groups gave a very

similar percentage of the dissatisfied (61% or 66%). It is interesting that teachers dissatisfied by their qualifications come from those with a university degree, while 10% who comes are satisfied with their ability to evaluate students with secondary or higher qualifications. 58% of teachers disagreed with the statement *'I apply the method of assessment I have learned during education'* or uncertain. In a group that applies the assessment method they have learned during their own education, 12% have more than 21 years of experience and 8% over 30 years. We see that satisfied teachers come from a group of older colleagues again. Teachers with Master of Education and teachers with Master of Science, equally, don't apply the assessment method they learned during the teacher education or in course of psychological-pedagogical subjects.

With the statement, *'the subjects needed for teacher training are very well organized and instructed'* as many as 63% of teachers disagree or are uncertain. The fact that there is no statistically significant difference between trained teachers who have completed the teaching studies and those who subsequently passed the pedagogical-psychological group of subjects ($M_{MOE} = 3,12$, $M_{MOS} = 3,07$, $t = 0,387$, $p = 0,699$) questions the quality of teaching studies, both in terms of the curriculum of pedagogical subjects and the quality of their performance.

The statement *'subject curriculum has completely met my expectations'* 75% of teachers could not confirm. And in these statements, there is no statistically significant difference between the teachers who have completed the teaching studies and those who have finished the non-teaching studies ($M_{MOE} = 2,82$, $M_{MOS} = 2,84$, $t = -0,139$, $p = 0,890$).

Even 71% of teachers cannot agree with the statement *'the curriculums needed to train the teachers have prepared me well for the actual situation in the teaching practice'*. About 60% of teachers who disagree with this statement have up to 20 years of experience. 11% of teachers who think that they are well prepared for teaching during their education have more than 30 years of experience. Teachers from both, the teaching and those with supplementary pedagogical education, are thinking the same.

With the statement *'I am very satisfied with the relied content of teaching methodology'* 60% of teachers either disagree or ambivalent. 12% of teachers who agree with this statement have more than 30 years of experience. There is no statistically significant difference between teachers with Master of Education and teachers with Master of Science.

72% of teachers disagree or are indecisive with the statement *'in the subject content of the methodology the area of the evaluation was well represented'* ($M = 2.75$, $SD = 1.084$). 22 teachers who consider the rating well represented have more than 30 years of experience. There is no statistically significant difference between teachers with the teacher education or with course of psychological-pedagogical subjects ($M_{MOE} = 2,78$, $M_{MOS} = 2,79$, $t = -0,051$, $p = 0,959$).

The statement *'education for teachers would be more effective if the curriculum of teaching methods is more adapted to actual school work'* is supported by 93% of teachers, and with statement that *'education for teachers would be more effective if the curriculum of teaching methods performed differently from frontal, lecture teaching methods'* 83% of teachers. Only 1.4% of teachers disagree, and 6% disagree with the statement that teacher education would be more effective if the methodology adapted to actual jobs, of which six have more than 30 years of service. In this statement there is a statistically significant difference between teachers with Master of Education or with Master of Science. Teachers from teacher education are more inclined to adapt teaching curricula and

programs from the teaching methods to actual jobs at school. During the education, the knowledge of subjects required for teacher training was verified by oral examination and written assignments in 75% of respondents. Knowledge of 22% of teachers was tested only by oral examination. There is a statistically significant difference between teachers with teacher education and science education ($M_{MOE} = 2,65$, $M_{MOS} = 2,31$, $t = 2,726$, $p = 0,007$). Teachers from teaching programs have more often had both ways of examination of knowledge - oral examination and written assignments.

The knowledge of facts is most often checked (36% of respondents), while 33% of respondents claim that four knowledge variables (knowledge of facts, understanding, applying knowledge in known situations and applying knowledge in new, unknown situations) have been checked. There is no statistically significant difference between teachers with teaching and non-teaching education.

Nearly one third (27%) of respondents passed education in the field of teaching methods through *ex-cathedra* form of teaching, 4.5% through group work, 4.0% through individual work, 11.4% through practical teaching, and 53% combination of all or some forms of teaching (mostly frontal teaching and practical work). There is a statistically significant difference between teachers from educational and science studies ($M_{MOE} = 3,88$, $M_{MOS} = 2,90$, $t = 3,8636$, $p = 0,000$).

The biology and chemistry teachers differ from each other in two statements concerning the way of education during the study. Biology teachers are more often questioned by oral and written lessons, while chemistry teachers are more often asked only by oral examination. Chemistry teachers are largely educated in teaching methods in the frontal form comparing with biology teachers. One fact should not be neglected - a large number of chemistry teachers did not complete their teacher education (62%) but the required qualification for work at school was gained through supplementary pedagogical education (Petričević 1997).

CONCLUSION

Results indicate that teachers don't consider themselves well-trained during their teacher education to monitor and evaluate pupils' achievements. They also resent that the curricula for teacher education do not well prepare teachers for the actual situation in the teaching practice. Similar results were obtained by research carried out by Radeka and Sorić (2005), which showed that teachers are considered well-trained for teaching work but, in their opinion, this is not a merit of teacher education or supplementary pedagogical education but of their additional education after employment organized by professional associations and spontaneous exchange of experiences and managed primarily by personal motives (Radeka, Sorić, 2005a). Participants believe that the methods of evaluation of pupils' achievement are not sufficiently well represented during teacher education as the content of the teaching methodology. The vast majority of teachers do not apply, later in their work, evaluating methods learned during education. This is not surprising since they have not gained much knowledge about evaluation during the study. During the decades, the teaching studies were changed by the years of study (from two to four years, and three to five), by type of subjects and their representation in the curriculum (mostly the number of courses and lessons increased). It seems, however, that older teachers are more satisfied with their pedagogical education than their younger colleagues. Teacher education is basically a contradictory pedagogical model that is required of classroom teachers where the teachers should actively learn, encourage critical thinking, creativity, which they themselves have not experienced in the process of their own education. Teachers were educated mostly through the frontal form of lecture work, passively, and most often had to memorize

the data. Likewise, the experience of evaluating teachers' knowledge during the education of the teaching profession is inconsistent with the new paradigm of knowledge testing. In order for a teacher to effectively connect diagnostic and formative testing, and to cover different situations, the teacher must master the techniques of observation, testing, and description and must have developed skills in planning and organizing such learning situations in which pupils can play the role of active creators of their knowledge. If most educators are not an evaluation literate at the beginning of their teaching work, we can imagine the loss for pupils whose teachers cannot help in developing their achievements; then how can we expect the coordination of internal and external evaluation; how to expect our public to understand the questions related to the assessment an evaluation?

LITERATURA

- Petričević D. 1997). Dopunsko pedagoško obrazovanje učitelja i nastavnika sa završenim nenastavničkim fakultetima i školama Napredak, 138, 1, 39-49.
- Marinković R., Davidović-Mušica N. 2005. Razvijanje kompetencija kroz hrvatski obrazovni sustav: suprotstavljena gledišta profesionalaca, Napredak, 146, 4, 468-476.
- Klapan A. 1990. Nastavna praksa studenata na nastavničkim fakultetima, Pedagoški rad, 45, 2, 172-177.
- Radeka I., Sorić I. 2005. Kvaliteta permanentnog usavršavanja nastavnika, Zbornik Učiteljske akademije u Zagrebu, 2, 263-277.
- Radeka I., Sorić I. 2005. a Model permanentnog usavršavanja nastavnika, Pedagogijska istraživanja, Zagreb, 1, 17-34.

STAVOVI NASTAVNIKA BIOLOGIJE I KEMIJE O OBRAZOVANJU ZA VREDNOVANJE UČENIKA

Renata Ruić¹, Žaklin Lukša²

¹ Gimnazija Franje Petrića, Zadar, Obala kneza Trpimira 26, 23000 Zadar
renata.ruic@zd.t-com.hr

² Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, V. Nazora 34, 40 000 Čakovec

SAŽETAK

Rad prikazuje rezultate empirijskog istraživanja vrednovanja kod nastavnika biologije i kemije u osnovnoj i srednjoj školi. Istraživanje se temelji na stajalištima 220 nastavnika iz cijele Hrvatske prikupljenih posebno konstruiranim upitnikom koji se sastoji od otvorenih i zatvorenih pitanja, te skale sudova. Istraživanjem su obuhvaćeni nastavnici koji su završili nastavničke i nenastavničke studije, koji su kasnije polagali psihološko-pedagošku grupu predmeta. Cilj istraživanja bio je utvrditi stavove nastavnika o kvaliteti njihova obrazovanja kojim su stekli kompetencije za vrednovanje učenika. Ispitivani nastavnici smatraju da predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika za rad nisu kvalitetno organizirani i odrađeni, a nezadovoljni su i realiziranim sadržajima i oblikom obrazovanja metodike (frontalni rad). Nastavni plan i program predmeta potrebnih za stjecanje nastavničkih kompetencija nije ispunio njihova očekivanja i stoga većina ispitivanih nastavnika smatra da tijekom studija nisu dobro pripremljeni za stvarne situacije u nastavničkoj praksi. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da nema statistički značajne razlike u nezadovoljstvu stečenim kompetencijama između nastavnika koji su završili nastavničke studije i onih koji su nastavničke kompetencije stekli kroz dodatno pedagoško-psihološko obrazovanje.

Ključne riječi: nastavnik, metodika, vrednovanje, kvaliteta

UVOD

Vrednovanje u obrazovanju nastoji odrediti kako su i koliko dobro učenici svladali određeni sadržaj. Ono daje povratnu informaciju učenicima, nastavnicima, roditeljima i kreatorima obrazovne politike o uspješnosti uloženog truda svih sudionika u obrazovanju.

Posljednjih nekoliko godina Hrvatska nastoji postati zemlja znanja, ne bi li konkurirala na tržištu te gospodarski ojačala, pa se, kao jedan dio aktivnosti u tom smjeru, provodi vrednovanje obrazovnih institucija, a kao jednog od proizvoda tih institucija, vrednovanje znanja polaznika tih institucija provođenjem nacionalnih ispita i državne mature. Vode se diskusije oko pitanja da li ovakav način vrednovanja znanja daje pravu informaciju o stanju obrazovanja u Hrvatskoj i da li dovodi do poboljšanja cijelog obrazovnog sustava.

S druge strane, praćenje i ocjenjivanje učenika u razredu, koje doista može utjecati na bolje podučavanje i učenje, zanemareno je i prepušteno nastavnicima na brigu. Nastavnicima manjkaju pedagoško-psihološka i didaktičko-metodička znanja za praćenje i ocjenjivanje učenika, poznavanje školske dokimologije (Vrgoč, 2002), čega su, kako će ovo istraživanje i pokazati, sami nastavnici svjesni. Nastavnici također smatraju da izostaje osmišljena podrška sustava kako u inicijalnom obrazovanju, tako i u kasnijem usavršavanju nastavnika (Radeka i Sorić, 2005)

Definiranje korištene terminologije

Termini 'vrednovanje', 'praćenje', 'ocjenjivanje' različiti didaktičari, dokimolozi i psiholozi definiraju na različiti način. Ovdje je dan ograničeni pregled definicija, kako bi se čitatelj upoznao s nekim varijacijama termina, a na kraju su izložene definicije pojmova kojima se koristi ovaj rad.

Vladimir Mužić i Hrvoje Vrgoč razlikuju vrednovanje, praćenje, provjeravanje, ispitivanje i ocjenjivanje (Mužić i Vrgoč, 2005). Vrednovanje obuhvaća sve aktivnosti kojima se dolazi do obavijesti o to me kako i koliko se ostvaruju ciljevi odgojno – obrazovne djelatnosti. Evaluacija je istoznačnica vrednovanju. Praćenje je onaj oblik vrednovanja kojim se u samom tijeku djelatnosti ustanovljuje njezino napredovanje, a time i poteškoće i nedostatci koje treba otkloniti da bi se time optimizirale mogućnosti uspješnog ostvarivanja ciljeva te djelatnosti. Provjeravanje je pojam koji se također temelji na ustanovljavanju stanja, bez obzira na polazne vrijednosti, odnosno kriterije, pa mu je i svrha identična svrsi praćenja. Razlika između tih dvaju termina zapravo je uglavnom u okolnosti da praćenje implicira kontinuiranost te aktivnosti, dok se provjeravanje obično veže uz iterativnost (njezino ponavljanje). Ispitivanje je sam postupak u kojem se, od subjekta kojeg se ispituje, nastoji ustanoviti situacija u svezi s usvojenosti ili, uopće, sa stanjem onoga što je objekt ustanovljavanja. Ono može biti usmeno, pisano ili činom u obliku obavljanja nekog fizičkog rada. Ocjenjivanje se odnosi na davanje ocjena na temelju neke određene ljestvice ('brojčane ocjene') ili s pomoću (više ili manje konkretnog) tekstualnog opisa situacije onoga što se i kod koga se ocjenjuje ('opisna ocjena'). Ovaj termin obično implicira i obavijest roditeljima učenika i samim učenicima o njihovom uspjehu (Mužić i Vrgoč, 2005).

Milan Matijević (Bognar i Matijević, 2002) navodi kako odgojno-obrazovni proces polazi od potrebe realizacije određenih ciljeva, pa se očekuje i ocjenjivanje, odnosno procjena valjanosti te realizacije. U vezi s procjenom ostvarenosti tih ciljeva govori o unutarnjoj i vanjskoj evaluaciji. Dalje definira da unutarnja evaluacija, kao etapa odgojno-obrazovnog procesa, razumijeva praćenje, ocjenjivanje i vođenje, odnosno pedagoško usmjeravanje. Kasnije ne definira taksativno termine 'praćenje' i 'ocjenjivanje', ali između ostalog, napominje da je teško ponuditi jedinstven model praćenja i ocjenjivanja učenika (Bognar, Matijević, 2002.).

Autorice 'Psihologije obrazovanja' koriste termine 'procjenjivanje', 'mjerenje' i ocjenjivanje' (Vizek Vidović i sur., 2003.) Za procjenjivanje kažu da je to sustavni proces u kojem učitelj prikuplja podatke, analizira ih i tumači kako bi odredio u kojoj se mjeri učenici svladali obrazovne ciljeve. Mjerenje se odnosi na proces određivanja brojčane mjere nečijeg postignuća ili osobine, a ocjenjivanje uključuje prosudbu učenikova znanja u odnosu na neke unaprijed zadane kriterije ili u odnosu na druge učenike. Pri ocjenjivanju izmjereno znanje izražava se odgovarajućom ocjenom (brojkom ili slovom) koja prenosi poruku o količini vrijednosti izmjerenog znanja.

Vrednovanje se definira i kao ocjenjivanje koje uzima u obzir uvjete u kojima su postignuti neki rezultati (Andrilović i Čudina-Obradović, 1996) ili kao proces utvrđivanja stupnja postignuća ciljeva obrazovanja i odgoja te utvrđivanje čimbenika odgovornih za postignute ishode i učinke obrazovanja i odgoja (Pastuović, 1999)

Za potrebe ovog rada definicije termina uzete su iz Pravilnika o načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj i srednjoj školi (MPS, 1995) te Prijedlog izmjena i dopuna pravilnika načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj školi, gimnazijama te općeobrazovnih predmeta u strukovnim i umjetničkim školama (MZOS, 2010). Pod vrednovanjem podrazumijeva se praćenje i ocjenjivanje učenikovih postignuća i uspjeha u ostvarivanju zadaća nastavnog predmeta ili odgojno-obrazovnog područja tijekom cijele školske godine (MZOS, 2010). Pod praćenjem učenika razumijeva se sustavno bilježenje zapažanja o razvoju njegova interesa, motivacije i sposobnosti, njegovih postignuća u usvajanju odgojno-obrazovnih sadržaja nastavnog predmeta ili odgojno-obrazovnog područja, njegov

odnos prema radu i postavljenim zadacima te odgojnim vrijednostima (MPS, 1995). Ocjenjivanje je postupak vrednovanja svih važnih činjenica o učenikovim postignućima tijekom praćenja, provjeravanja i ispitivanja, a izražava se ocjenom u skladu sa zakonom (MPS, 1995). Treba napomenuti da nastavnici najčešće u praksi koriste termin 'ocjenjivanje' i pod tim terminom podrazumijevaju i praćenje i ocjenjivanje učeničkih postignuća.

Termin 'nastavnik' u radu se koristi kao naziv za nastavnike predmetne nastave u osnovnoj školi te srednjoškolske nastavnike.

Dosadašnje spoznaje i teorijska polazišta

O obrazovanju nastavnika u Hrvatskoj pisali su mnogi a kako iscrpan i detaljan pregled prelazi opseg ovog rada nabrojiti ćemo neke autore: Vlasta Vizek Vidović i Vlatka Domović (2008), Marko Palekčić (2008), Sofija Vrcelj i Marko Mušanović (2003), Mijo Cindrić (2003), Anton Kovačević i Berislav Žarnić (2003), Ilija Lavrnja (1999), Nenad Zekanović (1999), Frane Jakelić (1996); organiziran je znanstveni kolokvij 'Pedagoško obrazovanje nastavnika, Promjene u sustavu obrazovanja nastavnika 'u Splitu gdje su izlagali između ostalih Josip Milat (1995), Mirjana Nazor (1995) i Vladimir Rosić (1995). Velika većina autora se slaže da izobrazba nastavnika ne zadovoljava potrebe ni nastavnika ni učenika, posebno u području praćenja i ocjenjivanja učeničkih postignuća; nastavni programi više prate obrazovnu komponentu studija a manje potrebne kompetencije za nastavnički posao iako su nužne u kasnijem radnom okruženju te da bez reforme obrazovanja nastavnika nema ni reforme obrazovanja.

Tako Mužić i Vrgoč pišu kako je vrednovanje odgojnog i obrazovnog rada sastavni dio školskog sustava i njegove organizacije te bitan čimbenik stalnog razvijanja i unapređivanja odgojnog i obrazovnog rada (Mužić i Vrgoč, 2005). Smatraju da za novu koncepciju hrvatskog školstva i treba izgraditi i primjeren sustav vrednovanja. Vrednovanje je pedagojska pojava koju treba znanstveno i stručno provjerenim postupcima nadopunjavati, nadograđivati, prilagođavati promjenama, potrebama vremena i prilika. Smatraju da je danas u praksi vrlo teško naći kvalitetnog 'vrednovatelja' što govori i o potrebi da u izobrazbu i usavršavanje tijekom rada bude uključeno i osposobljavanje za kvalitetno formativno vrednovanje.

Cveta Razdevšek-Pučko (2002) navodi upozorenje P. Blacka koji uvođenje nacionalnih testova svrstava među 'snove reformatora' o mijenjanju obrazovanja i tvrdi da su ti snovi utemeljeni na pretpostavci da je tako moguće podignuti standardne u obrazovanju. Ti reformatori zaboravljaju da je standarde moguće podignuti samo poboljšanjem nastave. Dalje piše kako se nastava može poboljšati suvremenim trendovima na području provjeravanja i ocjenjivanja znanja. U suvremene trendove spada odmak od psihometrijske paradigme, nužnost više pedagoškog provjeravanja koje bi pomagalo učenicima u učenju, uključivanje autentičnih oblika provjeravanja i ocjenjivanja, uravnoteženost učiteljevog (formativnog) i vanjskog (sumativnog) provjeravanja i ocjenjivanja, ostvarivanje nove kulture provjeravanja i ocjenjivanja znanja. Budući da ponajprije učitelj osigurava učenicima formativnu povratnu informaciju koja nije samo informacija u obliku točno-netočno, već učenika potiče na razmišljanje, samovrednovanje i metaučenje, nužno je poboljšati učiteljevo provjeravanje i ocjenjivanje znanja (Razdevšek-Pučko, 2002.).

Rađena su istraživanja u Hrvatskoj kako nastavnici percipiraju kvalitetu svojeg obrazovanja za nastavničke poslove, a među njima i vrednovanje učenika. Majda Rijavec, Renata Miljević-Riđički i Vlasta Vizek Vidović (2006) provele su istraživanje na 123 učitelja početnika i 334 studenta završnih

godina s istih fakulteta i visokih škola. S ciljem ispitati profesionalne kompetencije učitelja početnika i studenata završnih godina. Od 20 područja znanja i vještina koje su se procjenjivale studenti su sebe procijenili kompetentnijim od učitelja-početnika u 8 područja, u deset područja nije bilo statistički značajne razlike, dok se učitelji-početnici procijenili kompetentnijim u samo dva područja. Autorice zaključuju da učitelji početnici doživljavaju 'šok realnosti'. Kao studenti imaju određena očekivanja i procjene svog posla koje nisu u skladu sa iskustvima koje doživljavaju kao učitelji-početnici. Nastavnici procjenjuju veći doprinos inicijalnog obrazovanja na sadržaj poučavanja, a kasnijeg usavršavanja na način poučavanja (Radeka i Sorić, 2005a). Autori istraživanja navode da je sve veća disproporcija između pedagoško-psihološkog i didaktičko-metodičkog osposobljavanja tijekom inicijalnog obrazovanja nastavnika dovela do takve marginalizacije sustavnog rada na nastavničkim umijećima da je tom pitanju danas nerijetko posvećeno manje od 5% ukupnog fonda sati nastavnih planova pojedinih nastavničkih studija. Nasuprot tome, među preporukama konferencije o promjenama obrazovanja nastavnika u Europskoj uniji (održane u Zagrebu 2002. godine) jest i da nastavno opterećenje iz pedagoško-psiholoških i didaktičko-metodičkih programa ne bi trebalo biti manje od 20% za nastavnike srednjih, a 35% za nastavnike osnovnih škola i odgajatelja predškolske djece. Dalje navode da stručnjaci osposobljavani za nastavničko zanimanje tijekom dodiplomskog obrazovanja značajno više vrednuju utjecaj njihova usavršavanja na znanje iz predmeta poučavanja u odnosu na nastavnike obrazovane nakon završetka dodiplomskog obrazovanja (ispitanici su učitelji razredne nastave, nastavnici osnovnih škola te nastavnici gimnazija i srednjih strukovnih škola). Autori naglašavaju da kada se uzme u obzir činjenica da je riječ o 10% nastavnika koji su završili nenastavničke studije, a koji su najčešće zaposleni u srednjim školama i to prije svega industrijsko-obrtničkog i strukovnog tipa, zapostavljanje sustavnog rada sa spomenutim nastavnicima i posljedično zanemarivanje njihovih učenika vrlo je veliki problem. U istraživanju provedenom 2004. godine isti autori (Radeka i Sorić, 2006) navode kako više od 9/10 nastavnika smatra da su u značajnoj mjeri osposobljeni za svoj rad. Autori ovog istraživanja su uočili da nastavnici koji bi napustili nastavničku profesiju (40 % ispitanika) značajno lošijim procjenjuju svoj životni standard i ugled svoje profesije ali se i osjećaju manje kompetentnim za nastavnički posao od nastavnika koji ne bi napustili svoju profesiju.

Marinković i Davidović-Mušica istraživali su sposobnost zadovoljavanja potreba učenika i sposobnost procjene rezultata učenja i učenikovih postignuća, između ostalog, uzorku od 67 ravnatelja, 267 mladih nastavnika s radnim stažom od 0-5 godina te 227 nastavnika na fakultetima i ostalim visokoškolskim ustanovama (autorice ovu grupu nazivaju zaposlenicima) (Marinković i Davidović-Mušica, 2005). Rezultati pokazuju da sa ne razlikuju ravnatelji od nastavnika početnika i zaposlenika visokoškolskih ustanova u procjeni ovih dviju sposobnosti.

U istraživanju provedenom među učiteljima razredne nastave splitskih osnovnih škola 69 % nastavnika se smatra djelomično osposobljenim za rad, 26% izrazito osposobljeno a 5 % nedovoljno osposobljeno za rad (Blažević i Jukić, 2004).

Zdenko Kosinac je na uzorku od 114 studentica završne godine studija Visoke učiteljske škole u Splitu izvršio anketno ispitivanje s ciljem dobivanja informacija o stavu i mišljenju prema aktualnom nastavnom planu i programu (Kosinac, 2003). Rezultati su pokazali da oko 67 % studentica smatra program prosječno dobrim a 31 % studentica ima mišljenje da aktualni nastavni plan i program ne samo da ne zadovoljava njihova očekivanja i potrebe, nego ni društvene potrebe, pa ni potrebe škole.

Većina ispitanica smatra da nastavni plan i program za izobrazbu učitelja treba aktualizirati pedagoško-metodičkim i općeobrazovnim ozračjem. Isti autor analizirao je gledišta 114 studentica studija Visoke učiteljske škole u Splitu o zastupljenosti i kakvoći metodika (Kosinac, 2003a). Dobiveni povratni iskazi studentica ukazuju da su potpuno neosnovane i neopravdane dvojbe onih subjekata u struci koji zastupaju ideju o preistaknutom značenju metodika na studiju za izobrazbu učitelja, o njihovoj daljnjoj redukciji ili čak ukidanju. Oko 60% studentica misli da bi trebalo više metodičko-praktičnih vježbi u školi, a oko 40% onih koje predlažu smanjenje fonda sati predavanja, a povećanje fonda sati metodičkih vježbi. Većina ispitanica (77%) procjenjuje da se nastavnici metodike uočljivo razlikuju od nastavnika koji ne predaju metodike. Najveće razlike između djelovanja nastavnika metodike i nastavnika čija struka u užem smislu nije metodika su u načinu predavanja, objašnjavanju, uvjerljivosti, organizaciji nastave, praćenju i ocjenjivanju.

Anton Fontana je ispitivao iskustva i mišljenja apsolvenata nastavničkih i pedagoških fakulteta u Hrvatskoj o didaktičkom i metodičkom osposobljavanju 1989./1990. godine (Fontana, 1999). Od 236 apsolvenata 6% ih smatra da su u najvećoj mjeri osposobljeni za praćenje i evaluaciju rada učenika, 29 % smatra da su u velikoj mjeri osposobljeni dok ih 43% smatra da su u srednjoj mjeri osposobljeni za praćenje i evaluaciju rada učenika. 16 % ispitanika misli da su maloj mjeri osposobljeni a 6% da nisu nikako osposobljeni za praćenje i evaluaciju rada učenika. Prosječna vrijednost osposobljenosti za praćenje i ocjenjivanje rada učenika jest 3,119. S druge strane, rezultati pokazuju prosječnu vrijednost osposobljenosti studenata za izvođenje nastave iz predmeta struke 3,691, što statistički gledano, inklinira broju 4, što u ovom upitniku znači da apsolvenci smatraju da su za izvođenje nastave iz predmeta struke u većoj mjeri osposobljeni nego za nastavnički posao.

Dijana Vican Višić nakon analize dokumentacije 294 redovna studenta učiteljskog studija Filozofskog fakulteta u Zadru koja je pokazala da je uspješnost tijekom studija ispodprosječna (ocjena 2,89) a prosječna konačna ocjena 3,18 postavlja pitanja (Vican-Višić, 1996): (1) Jesu li budući učitelji doista obrazovani za ostvarivanje ciljeva i zadataka koje im odgojno-obrazovni sustav postavlja? (2) Možda ne trebamo bolje učitelje, ako se učitelji s ovim znanjem snalaze u praksi, ili ne trebamo sposobnije učitelje ako učenici kompenziraju (ne)znanje u obitelji, putem medija, izvanškolskim angažmanima, privatnim instrukcijama i sl.? (3) Kakvi su zahtjevi (i kriteriji) učitelja srednjeg uspjeha od učenika? (4) Dovodi li ovakva obrazovna razina učitelja dignitet struke u pitanje?

Da kvaliteta obrazovanja nastavnika nije upitna samo Hrvatske pokazuju rezultati TALIS istraživanja koje je proveo OECD (Ischinger, 2009). TALIS je međunarodna studija o rezultatima implementacije obrazovnih politika poticanja učinkovitog poučavanja i učenja na uzorku od 90 000 nastavnika i ravnatelja unutar/izvan EU (23 zemalja). Glavni rezultat glasi 'Obrazovni rezultati učenika ne mogu nadići kvalitetu nastavnika'. Nastavnici ispitani u ovom istraživanju navode da se ne osjećaju dovoljno osposobljenim za nove izazove, traže bolju podršku kroz sustav praćenja i davanja povratne informacije a 55% nastavnika traže više ciljanog treninga nego što trenutno primaju.

Cilj istraživanja

U domaćoj literaturi objavljeno je nekoliko istraživanja praćenja i ocjenjivanja učenika. Neka od tih istraživanja su se manjim dijelom odnosila i na predmete: biologija, kemija i fizika. Nije, međutim, poznato kako sami nastavnici ovih predmeta, osnovne i srednje škole, procjenjuju koliko su studiranjem osposobljeni za taj dio nastave, postoji li razlika u zadovoljstvu obrazovanjem za

nastavničke poslove između nastavnika koji su završili nastavničke studije i onih koji su nakon inicijalnog nenastavničkog obrazovanja položili pedagoško-psihološku grupu predmeta.

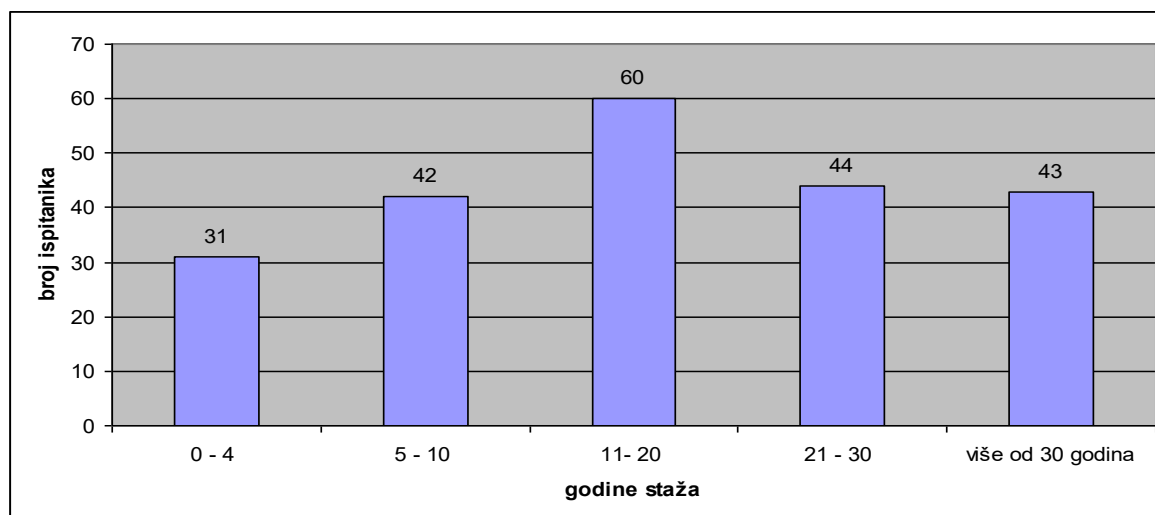
U radu se analizira dio rezultata većeg istraživanja stavova nastavnika prema praćenju i vrednovanju kao odgojno-obrazovnom dijelu nastave, o načinima praćenja i ocjenjivanja učenika te o mišljenju nastavnika o vlastitoj kompetenciji vrednovanja učenika i to onaj koji se odnosi na kvalitetu njihovog obrazovanja za navedene poslove, kojim najčešćim oblikom provjere i koja znanja su njima vrednovana tijekom osposobljavanja za nastavničke poslove.

MATERIJALI I METODE

Podaci su prikupljeni anonimnim upitnikom konstruiranim za potrebe ovog istraživanja, koji je sadržavao pitanja zatvorenog i poluotvorenog tipa te skale sudova. Ispitivanje je provedeno tijekom 2008 i 2009 godine. Godinu dana prije samog istraživanja provedeno je baždarno ispitivanje uzorka na 40 ispitanika. Test pouzdanosti (Cronbach's Alpha) za cijelu anketu iznosi 0,749. Kad se izostave prvih 8 varijabli koje propituju opće podatke o ispitanicima (spol, godine staža i sl.) rezultati za test pouzdanosti je bolji: 0,762.

Uzorak

Istraživanjem je obuhvaćeno 220 ispitanika. Od toga je 208 nastavnica a 12 nastavnika, pa se ubuduće možemo izražavati u ženskom rodu. Nastavnice su informirane o svrsi i cilju istraživanja te im je zajamčena anonimnost. Na slici 1 vidi se da najviše ispitanika ima od 11- 20 godina staža (27,3 %).



Slika 1 Raspodjela broja ispitanika po godinama staža

Najveći broj nastavnica koje su sudjelovale u istraživanju predaje i biologiju i kemiju, njih 76, zatim samu biologiju (71), pa kemiju (65 ispitanica). Osam nastavnika je predavalo neki srodan predmet.

Većina nastavnika radi u osnovnoj školi (125) zatim u gimnaziji (55) a ostatak nastavnika u srednjoj stručnoj školi (medicinska, ekonomska ili industrijska, njih 40).

Također, većina nastavnika ima visoku stručnu spremu (187), 30 ih ima višu stručnu spremu (i to nastavničkog smjera) a troje radi sa srednjom stručnom spremom (jedan u osnovnoj, drugi u srednjoj

školi predaje kemiju a treći predaje biologiju u srednjoj školi). S višom stručnom spremom najviše ima nastavnica biologije, 13, od toga 12 nastavnica ima 30 i više godina staža.

Većina nastavnika (79,1%) u nastavnom je zvanju, 10 % ima zvanje nastavnika mentora, a 10,9 % nastavnika savjetnika (relativno visok postotak nastavnika mentora i nastavnika savjetnika je posljedica je toga što je dobar dio anketnih upitnika skupljen je na Državnim natjecanjima iz biologije i kemije, te na stručnim skupovima za iste).

Od 220 ispitanika 72 % završilo je nastavničko dodiplomsko obrazovanje, a 28 % nenastavničko dodiplomsko obrazovanje. Najviše je nastavnika biologije i kemije koji su završili nastavničko obrazovanje (31%), čistu biologiju predaju, također, obrazovani u nastavničkom obrazovanju (26 %), dok većina nastavnika koji predaju samo kemiju ima završeno nenastavničko obrazovanje (18 % od ukupnog broja ispitanika a 62% od ispitanika koji predaju samo kemiju slušali su pedagoško-psihološku grupu predmeta nakon završenog inicijalnog obrazovanja).

16 % ispitanika radi u školi na selu, 43 % u gradskom predgrađu ili manjoj gradskoj sredini a 41 % u velikom gradu.

REZULTATI I RASPRAVA

Sastavni dio obrazovnog procesa je provjera znanja i ocjenjivanje. Učenike vrednuju i ocjenjuju od trenutka kad počine njihovo školovanje, a te ga ocjene prate cijeli život i osnova su za donošenje raznih odluka. Škole na taj način implicitno usmjeravaju njihov razvoj i oblikuje njihove ciljeve. Da su li nastavnici koji donose ocjene dovoljno osposobljeni da to čine?

Doprinos inicijalnog obrazovanja i dopunskog pedagoškog obrazovanja kompetencijama nastavnika procjenjivan je po Likertovoj skali od pet stupnjeva (jako se ne slažem - 1; ne slažem se – 2; neodlučan/na sam – 3; slažem se – 4; jako se slažem - 5). Rezultati su obrađeni programom SPSS.

Tablica 1 Mjere srednjih vrijednosti za sljedeće tvrdnje (N=220)

	M	SD
Tijekom obrazovanja dobro sam osposobljen/a za praćenje i ocjenjivanje učeničkih postignuća.	3,02	1,118
Primjenjujem način ocjenjivanja koji sam naučio/la tijekom obrazovanja.	3,15	1,182
Predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika su vrlo kvalitetno organizirani i odrađeni.	3,10	0,933
Nastavni plan i program predmeta je potpuno ispunio moja očekivanja.	2,83	0,935
Predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika su me dobro pripremili za stvarne situacije u nastavničkoj praksi.	2,79	1,092
Vrlo sam zadovoljan realiziranim sadržajima metodike.	3,17	0,990
U obrađenim sadržajima metodike područje vrednovanje i ocjenjivanje je bilo dobro zastupljeno.	2,75	1,084
Obrazovanje za nastavnika bilo bi djelotvornije kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika prilagodili stvarnim poslovima u školi.	4,43	0,669
Obrazovanje za nastavnika bi bila djelotvornija kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika izvodili drugačije od frontalnog, predavačkog načina.	4,26	0,845

U našem istraživanju većina se nastavnica ne slaže s tvrdnjom da su tijekom obrazovanja dobro osposobljeni za vrednovanje učeničkih postignuća ili je neodlučna (63 %) dok su Marinković i Davidović-Mušica dobili niži rezultat: srednja vrijednost nastavnika početnika za procjenu rezultata učenja i učenikovih postignuća u njihovom istraživanju je 2,61, zaposlenika 2,56 i kod poslodavca ravnatelja 2,79 (Marinković i Davidović-Mušica, 2005).

Rezultati našeg istraživanja pokazuju da u grupi nastavnica koje se smatraju da su dobro osposobljene za praćenje učenika tijekom školovanja njih 9 % ima od 21-30 godina staža, a 10 % više od 30 godina staža. Kako su prije tridesetak godina još djelovale pedagoške akademije i učiteljske

škole, ovaj rezultat poklapa s rezultatima Anite Klapan (Klapan, 1990) koja je ispitivala stavove i mišljenja 160 nastavnika razredne nastave o njihovim praktičnom pripremanju za nastavnički poziv. Njeno istraživanje je pokazalo da je najviše dobrih strana imala nastavna praksa u nekadašnjim učiteljskim školama.

Statistički ne postoji značajna razlika u procjeni o osposobljenosti za vrednovanje tijekom studija između nastavnika koji su završili nastavničke studije i onih koji su završili nenastavničke studije (tablica 2). Varijable u t-testu su tretirane kao nezavisan uzorak.

Tablica 2 T-test za nastavnike s nastavničkih studija i nastavnike s nenastavničkih studija

	M nastavničko obrazovanje	M nenastavničko obrazovanje	t	p
Tijekom obrazovanja dobro sam osposobljen/a za praćenje i ocjenjivanje učeničkih postignuća.	3,06	2,92	0,822	0,412

Od ispitivanih nastavnika 44 % nezadovoljnih osposobljenošću za praćenje i ocjenjivanje polazilo je nastavničke studije (97 od 158 nastavnika), a 18 % nenastavničke studije (40 od 61 nastavnika s inicijalnim nenastavničkim studijem), što unutar njihovih skupina daje vrlo sličan postotak nezadovoljnih (61 % odnosno 66 %). Zanimljivo je da nastavnici nezadovoljni svojom osposobljenošću dolaze iz redova onih sa završenom visokom stručnom spremom, dok 10 % zadovoljnih svojom osposobljenošću za praćenje i ocjenjivanje učenika ima srednju ili višu stručnu spremu.

58 % nastavnika se ne slaže s tvrdnjom 'primjenjujem način ocjenjivanja koji sam naučio/la tijekom obrazovanja' ili je neodlučna. U grupi koja primjenjuje način ocjenjivanja koji su naučili tijekom školovanja 12 % ih ima više od 21 godine staža a 8 % više od 30 godina. Vidimo da zadovoljni nastavnici opet dolaze iz grupe starijih kolega. Jednako (ne) primjenjuju način ocjenjivanja naučen tijekom osposobljavanja nastavnici koji su završili nastavničke studije i oni koji su završili nenastavničke studije ($M_{nas} = 3,12$; $M_{nenas} = 3,23$; $t = -0,611$; $p = 0,542$).

S tvrdnjom 'predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika su vrlo kvalitetno organizirani i odrađeni' čak 63 % nastavnika se ne slaže ili je neodlučno. 12 % nastavnika u grupi koji se slažu s ovom tvrdnjom ima više od 30 godina staža. Činjenica da ne postoji statistički značajna razlika između ispitivanih nastavnika koji su završili nastavničke studije i onih koji su naknadno položili pedagoško-psihološku grupu predmeta ($M_{nas} = 3,12$; $M_{nenas} = 3,07$; $t = 0,387$; $p = 0,699$) dovodi u pitanje kvalitetu nastavničkih studija, kako po pitanju nastavnog plana pedagoških predmeta tako i po pitanju kvalitete izvođenja istih.

Tvrdnju 'nastavni plan i program predmeta je potpuno ispunio moja očekivanja' 75 % nastavnika nije moglo potvrditi. Ovog puta i nastavnici s dvadesetogodišnjim i više iskustvom je bilo u većini neodlučno kako se vidi iz tablice 3.

Tablica 3 Stavovi nastavnika ovisno o godinama radnog staža

		Nastavni plan i program predmeta je potpuno ispunio moja očekivanja					Total, %
		jako se ne slažem, %	ne slažem se, %	neodlučan sam, %	slažem se, %	jako se slažem, %	
Godina staža	0-4 godine	2,3	4,0	5	2,3	0,4	14
	5-10 godina	0,9	9,0	7,7	1,4	0	19
	11-20 godina	1,8	8,6	10	6,8	0	27,3
	21-30 godina	0,4	5,5	7,2	5,9	0,9	19,9
	više od 30 godina	1,4	3,8	7,2	6,6	0,8	19,8
Total		6,8	30,9	37,2	23	2,1	100

I kod ove tvrdnje ne postoji statistički značajna razlika između nastavnika koji su završili nastavničke studije i onih koji su završili nenastavničke studije ($M_{nas} = 2,82$; $M_{nenas} = 2,84$; $t = -0,139$; $p = 0,890$).

Čak se 71% nastavnika ne može složiti s tvrdnjom 'predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika su me dobro pripremili za stvarne situacije u nastavničkoj praksi'. Pri tom 60 % nastavnika koji se ne slažu s ovom tvrdnjom ima do 20 godina staža. 11% nastavnika koji smatraju da su ih predmeti potrebni za osposobljavanje dobro pripremili za nastavničke poslove imaju više od 30 godina iskustva. Jednako razmišljaju nastavnici s nastavničkim studijama i oni s dopunskim pedagoškim obrazovanjem ($M_{nas} = 2,78$; $M_{nenas} = 2,79$; $t = -0,051$; $p = 0,959$).

S tvrdnjom 'vrlo sam zadovoljan realiziranim sadržajima metodike' 60 % nastavnika se ili ne slaže ili je neodlučno. 12 % nastavnika koji se slažu s ovom tvrdnjom ima više od 30 godina staža. Nema statistički značajne razlike između nastavnika s nastavničkim i nenastavničkim studijem ($M_{nas} = 3,18$; $M_{nenas} = 3,11$; $t = 0,460$; $p = 0,646$).

72 % nastavnika se ne slaže ili je neodlučno kod tvrdnje 'u obrađenim sadržajima metodike područje vrednovanje i ocjenjivanje je bilo dobro zastupljeno' ($M = 2,75$; $SD = 1,084$). 22 nastavnika koji smatraju da je ocjenjivanje bilo dobro zastupljeno ima više od 30 godina staža. Nema statistički značajne razlike između nastavnika s nastavničkim i nenastavničkim studijem ($M_{nas} = 2,78$; $M_{nenas} = 2,79$; $t = -0,051$; $p = 0,959$).

S tvrdnjom 'obrazovanje za nastavnika bilo bi djelotvornije kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika prilagodili stvarnim poslovima u školi' slaže se 93 % nastavnika, a s tvrdnjom 'obrazovanje za nastavnika bi bila djelotvornija kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika izvodili drugačije od frontalnog, predavačkog načina' 83 % nastavnika.

Samo se 1,4 % nastavnika ne slaže, a 6 % ih je neodlučno kod tvrdnje da bi obrazovanje nastavnika bilo djelotvornije kad bi se metodika prilagodila stvarnim poslovima, od toga šestoro ima više od 30 godina staža. Kod ove tvrdnje postoji statistički značajna razlika između nastavnika s nastavničkim studijama i onih s nenastavničkim studijama. Nastavnici s nastavničkim studijama skloniji su tome da se nastavni planovi i programi iz metodika prilagode stvarnim poslovima u školi (tablica 4.).

Tablica 4 T-test za nastavnike s nastavničkim studijama i nastavnike s nenastavničkim studijama

	M	SD	M nastavničko obrazovanje	M nenastavno obrazovanje	t	p
Obrazovanje za nastavnika bilo bi djelotvornije kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika prilagodili stvarnim poslovima u školi.	4,43	0,669	4,50	4,25	2,550	0,011
Obrazovanje za nastavnika bi bila djelotvornija kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika izvodili drugačije od frontalnog, predavačkog načina.	4,26	0,845	4,25	4,28	-0,250	0,803

0,9 % nastavnika se ne slaže, a 2,3 % je neodlučno kod tvrdnje 'obrazovanje za nastavnika bi bila djelotvornija kad bi se nastavni planovi i programi iz metodika izvodili drugačije od frontalnog, predavačkog načina'. 1,4 % od tih nastavnika ima više od 30 godina staža. Kod ove tvrdnje ne razlikuju se nastavnici s nastavničkim studijama i onih koji imaju dopunsko pedagoško obrazovanje ($M_{nas} = 4,25$; $M_{nenas} = 4,28$; $t = -0,250$; $p = 0,803$).

Tijekom obrazovanja znanje predmeta potrebnih za osposobljavanje nastavnika provjeravano je usmenim ispitivanjem i pisanim zadaćama kod 75 % ispitanika. 22 % nastavnika pitano je samo usmenim ispitivanjem, a 0,9 % nastavnika je izjavilo da je pitano nekim drugim načinom. Nema velikih odstupanja po godinama staža. Postoji statistički značajna razlika između nastavnika s nastavničkim i nenastavničkim studijem ($M_{nas} = 2,65$; $M_{nenas} = 2,31$; $t = 2,726$; $p = 0,007$). Nastavnici s nastavničkim studijem češće su imali oba načina provjere znanja – usmeno ispitivanje i pisane zadaće.

Najčešće je provjeravano znanje činjenica (36 % ispitanika), a 33 % ispitanika tvrde da su provjeravana četiri varijeteta znanja (znanje činjenica, razumijevanje, primjena znanje u poznatim situacijama i primjenu znanja u novim, nepoznatim situacijama). Nema statistički značajne razlike između nastavnika s nastavničkim i nenastavničkim studijem ($M_{nas} = 2,72$; $M_{nenas} = 2,64$; $t = 0,318$; $p = 0,750$).

27 % ispitanika prošlo je obrazovanje iz područja metodike kroz frontalni oblik rada, 4,5 % kroz grupni rad, 4,0 % kroz individualni rad, 11,4 % kroz praktičnu nastavu, a 53 % kombinacijom svih ili samo nekih oblika podučavanja (najčešće frontalna nastava i praktični rad). Postoji statistički značajna razlika između nastavnika s nastavničkim i nenastavničkim studijem ($M_{nas} = 3,88$; $M_{nenas} = 2,90$; $t = 3,8636$; $p = 0,000$). Nastavnici s nenastavničkim studijem češće su imali organiziranu nastavu u frontalnom obliku rada.

Nastavnici biologije i kemije međusobno se razlikuju u dvije tvrdnje (tablica 5.).

Tablica 5 T-test za nastavnike biologije i kemije

	M	SD	M biologija	M kemija	t	p
Tijekom obrazovanja moje znanje predmeta provjeravano je:	2,55	0,845	2,69	2,18	0,3420	0,001
Obrazovanje metodike sam prošao/la uglavnom:	3,60	1,737	3,90	3,05	2,879	0,005

Nastavnici biologije su nešto češće ispitivani i usmenim ispitivanjem i pisanim zadaćama, dok su nastavnici kemije češće pitani samo usmenom provjerom. Nastavnici kemije su u većem broju prošli obrazovanje metodike u frontalnom obliku rada od nastavnika biologije. Ovdje ne treba zaboraviti činjenicu da veći broj nastavnika kemije nije završilo nastavnički studij (62 %) već je potrebnu kvalifikaciju za rad u školi dobilo kroz dopunsko pedagoško obrazovanje, koje je na različitim Sveučilištima u Hrvatskoj imalo različiti broj sati pojedinog predmeta, različit način izvođenja nastave te provjere znanja (Petričević 1997).

ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da se nastavnici ne smatraju dobro osposobljenima tijekom studija za praćenje i ocjenjivanje učeničkih postignuća te procjenjuju da ih predmeti potrebni za osposobljavanje nastavnika nisu dobro pripremili za stvarne situacije u nastavničkoj praksi. Slični rezultati dobiveni su i istraživanjem koje su proveli Radeka i Sorić (2005) koje je pokazalo da se nastavnici smatraju dobro osposobljenim za nastavnički posao, ali prema njihovom mišljenju to nije zasluga nastavničkih studija ili dopunskog pedagoškog obrazovanja već njihovog usavršavanja tijekom rada i to u organizaciji strukovnih udruga i spontanom razmjenom iskustva i rukovođeni prvenstveno osobnim motivima (Radeka, Sorić, 2005).

Ispitanici smatraju da tema vrednovanja učeničkih postignuća nije dovoljno dobro zastupljena tijekom obrađivanja sadržaja metodike. Velika većina nastavnika ne primjenjuje kasnije u svom radu

način praćenja i ocjenjivanja učeničkih postignuća koji su naučili tijekom obrazovanja, što nije čudno obzirom da nisu stekli velika saznanja o vrednovanju tijekom studija.

Tijekom desetljeća nastavnički studiji su se mijenjali po godinama studiranja (od dvije na četiri godine, pa na tri tj. pet), po vrsti predmeta i njihovoj zastupljenosti u nastavnom planu i programu studija (uglavnom se broj predmeta i sati povećavao). Čini se, pak, da su stariji nastavnici zadovoljniji svojim pedagoškim obrazovanjem od mlađih kolega.

Žalosna je činjenica da su jednako nezadovoljni svojim obrazovanjem nastavnici s nastavničkih studija i nastavnici koji su svoje obrazovanje stekli na tečaju koji traje tri do šest mjeseci, ovisno o vremenu polaganja i Sveučilištu na kojem su polagali pedagoško- psihološku grupu predmeta. Istraživanje koje je proveo Petričević (1997) pokazalo je da je za 21,2 % nastavnika dopunsko pedagoško obrazovanje puno pridonijelo osamostaljivanju nastavnika u obavljanju nastavnih zadaća, za 54,0 % dosta, malo za 19,7 % nastavnika, a ništa za 5,1 %. Dakle 2/3 nastavnika je osamostaljeno dopunskim pedagoškim obrazovanjem. Trebaju li nam nastavnički studiji, ako tečaj od 6 mjeseci može postići istu razinu osposobljenosti i (ne)zadovoljstva stečenim kompetencijama?

Obrazovanje nastavnika u osnovi je kontradiktorno pedagoškom modelu koji se traži od nastavnika u učionici, gdje nastavnik treba provoditi aktivno učenje, poticati kritičko razmišljanje, kreativnost, a to oni sami nisu iskusili u procesu vlastite edukacije i izobrazbe. Nastavnici su obrazovani uglavnom frontalnim oblikom rada kroz predavanja, pasivno, a najčešće su morali memorirati podatke. Jednako tako, iskustvo vrednovanja znanja nastavnika za vrijeme obrazovanja za nastavničke poslove je neusklađeno s novom paradigmom provjeravanja znanja. Da bi nastavnik mogao učinkovito povezivati dijagnostičko i formativno provjeravanje i pri tom obuhvatiti različite situacije treba ovladati tehnikama opažanja, ispitivanja, opisivanja, mora imati razvijene spretnosti planiranja i organiziranja takvih situacija učenja u kojima učenici mogu imati ulogu aktivnih stvaratelja svojeg znanja.

Ako većina prosvjetnih djelatnika nije ocjenjivački pismena na početku svojeg nastavničkog posla možemo zamisliti koliki je to gubitak za učenike kojima takvi nastavnici ne mogu pomoći u razvijanju postignuća; kako onda možemo očekivati usklađenost unutrašnje i vanjske evaluacije; kako očekivati od naše javnosti da razumije pitanja povezana s ocjenjivanjem?

METODIČKI ZNAČAJ

Rezultati istraživanja ukazuju na važnost promjene u edukaciji nastavnika, prije svega već na nastavničkim studijima, a nakon toga i u sklopu cjeloživotnog obrazovanja nastavnika. Upravo to je jedan od segmenata gdje su nužne velike promjene jer bez promjena u praćenju i vrednovanju učenika nije moguće postići stvarnu promjenu u školskom sustavu. Rad je također ukazao na svijest nastavnika o problemima s kojima se svakodnevno susreću u radu s vrednovanjem učenika.

LITERATURA

- Andrić V., Čudina-Obradović M. 1996. Psihologija učenja i nastave. Školska knjiga, Zagreb
- Blažević, I., Jukić, T. 2004. Motivacija učitelja za permanentno usavršavanje i oblici stručnog usavršavanja. Školski vjesnik, 3-4, 173-184.
- Bognar L., Matijević M. 2002. Didaktika. Školska knjiga, Zagreb.
- Cindrić, M. 2003. (Re)afirmacija učiteljske obrazovne kompetencije. Odgoj, obrazovanje i pedagogija u razvitku hrvatskog društva: zbornik radova, Sabora pedagoga Hrvatske, ur. H. Vrgoč, HPKZ, Zagreb, 84-92.

- Domović, V., Matijević, M. 2002. Changes in Education of Teachers in Europe. Metodika (special issue). University of Zagreb, Teacher Education Academy: Zagreb.
- Ischinger, B. 2009. Making the teaching profession more attractive: OECD insights, dostupno 01.09.2010.
http://www.se2009.eu/polopoly_fs/1.16168!menu/standard/file/OECDBarbaralschinger-IMM-Sweden230909Final1.pdf
- Jakelić, F. 1996. Racionalno usmjeravanje u učiteljsko zvanje. Pedagogija i hrvatsko školstvo: jučer, danas, sutra, 430-435. ur. H. Vrgoč, Hrvatsko-pedagoško-književni zbor, Zagreb.
- Klapan A. 1990. Nastavna praksa studenata na nastavničkim fakultetima. Pedagoški rad, 45,2, 172-177.
- Kosinac, Z. 2003. Djelotvornost aktualnoga nastavnog plana i program za izobrazbu učitelja kroz evaluaciju studentica. Život i škola, 9, 50 – 58.
- Kosinac, Z. 2003a. Analiza gledišta studentica završne godine studija Visoke učiteljske škole u Splitu o zatupljenosti i kakvoći metodika Odgoj, obrazovanje i pedagogija u razvitku hrvatskog društva: zbornik radova, Sabora pedagoga Hrvatske, ur. H. Vrgoč, HPKZ, Zagreb, 613-619.
- Kovačević A., Žarnić B. 2003. Model obrazovanja učitelja i odgojitelja u Irskoj, Sloveniji i Hrvatskoj. Školski vjesnik, 1-2, 87-102.
- Lavrnja, I. 1999. Didaktičko-metodičko osposobljavanje učitelja kao pretpostavka kvalitete rada. Nastavnik-čimbenik kvalitete u odgoju i obrazovanju, zbornik radova, ur. V. Rosić, Rijeka, 30.- 35.
- Marinković R., Davidović-Mušica N. 2005. Razvijanje kompetencija kroz hrvatski obrazovni sustav: suprotstavljena gledišta profesionalaca, Napredak, 146,4, 468-476.
- Milat, J. 1995. Teze za promjene u sustavu obrazovanja nastavnika. Promjene u sustavu obrazovanja nastavnika: znanstveni kolokviju povodu obilježavanja 50. obljetnice djelovanja nastavničkih studija u Splitu, ur. Josip Milat, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split, 1995.
- Mužić V., Vrgoč H. 2005. Vrijednovanje u odgoju i obrazovanju. Hrvatsko-pedagoško-književni zbor, Zagreb.
- Nazor, M. 1995. Obrazovanje nastavnika. Promjene u sustavu obrazovanja nastavnika: znanstveni kolokviju povodu obilježavanja 50. obljetnice djelovanja nastavničkih studija u Splitu, ur. Josip Milat, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split, 1995.
- Palekčić M. 2008. Uspješnost i/ili učinkovitost obrazovanja nastavnika. Odgojne znanosti, 10, 2, 403-423.
- Pastuović, N. 1999. Edukologija. Znamen, Zagreb.
- Petričević D. 1997. Dopunsko pedagoško obrazovanje učitelja i nastavnika sa završenim nenastavničkim fakultetima i školama. Napredak, 138, 1, 39-49.
- MPS 1995. Pravilnik o načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj i srednjoj školi. Narodne novine, 92.
- MZOS 2010. Prijedlog izmjena i dopuna pravilnika načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj školi, gimnazijama te općeobrazovnih predmeta u strukovnim i umjetničkim školama, Narodne novine, 112/2010, dostupno 28. 08. 2010. nvurh.skole.hr/upload/nvurh/newsattach/56/Pravilnik.pdf.
- Radeka I., Sorić I. 2005. Kvaliteta permanentnog usavršavanja nastavnika. Zbornik Učiteljske akademije u Zagrebu, 2, 263-277.
- Radeka I., Sorić I. 2005a. Model permanentnog usavršavanja nastavnika. Pedagogijska istraživanja, Zagreb, 1, 17-34.
- Radeka I., Sorić I. 2006. Zadovoljstvo poslom i profesionalni status nastavnika. Napredak, Zagreb, 2, 161-177.
- Razdevšek-Pučko, C. 2002. Nacionalni testovi znanja – izazov, poticaj ili zamka? Zbornik Praćenje i ocjenjivanje školskog uspjeha, str.18-38, ur. H. Vrgoč, Hrvatsko-pedagoško-književni zbor, Zagreb.
- Rijavec M., Miljević-Riđički R., Vizek Vidović V. 2006. Professional beliefs and perceived competences of pre-service teachers and beginning teachers. Odgojne znanosti, 8, 1, 159-170.
- Rosić, V. 1995. Pedagoško obrazovanje nastavnika. Promjene u sustavu obrazovanja nastavnika: znanstveni kolokviju povodu obilježavanja 50. obljetnice djelovanja nastavničkih studija u Splitu, ur. Josip Milat, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split.
- Vizek Vidović V., Rijavec M., Vlahović-Štetić Vesna i Miljković D. 2003. Psihologija obrazovanja. IEP:VERN, Zagreb.
- Vizek Vidović, V., Domović, V. 2008. Researching Teacher Education and Teacher Practice: the Croatian Perspective. In: Hudson, B. & Zgaga, P. (Eds.) Teacher Education Policy in Europe Network. Umea: Faculty of Teacher Education, University of Umea and Centre for Educational Policy Studies, University of Ljubljana, 303-313.
- Vrgoč H. 2002. Zbornik Praćenje i ocjenjivanje školskog uspjeha. ur. H. Vrgoč, Hrvatsko-pedagoško-književni zbor, Zagreb, 18-38.
- Vrcelj, S., Mušanović, M. 2003. Reforma školstva – jesu li moguće promjene škole? Odgoj, obrazovanje i pedagogija u razvitku hrvatskog društva: zbornik radova, Sabora pedagoga Hrvatske, ur. H. Vrgoč, HPKZ, Zagreb, 342-348.
- Zekanović, N. 1999. Pedagoška izobrazba predmetnih nastavnika u funkciji njihove profesionalizacije. Nastavnik-čimbenik kvalitete u odgoju i obrazovanju, zbornik radova, ur. V. Rosić, Rijeka, 349-357.

QUESTIONS QUALITY AND SUCCESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE WRITTEN TEST SOLVING

Ines Grgurić¹, Valerija Begić², Marijana Bastić³, Žaklin Lukša⁴, Ines Radanović⁵

¹ X. gymnasium „Ivan Supek“, Klaićeva 7, Zagreb, Croatia

igrguric12341@gmail.com

² Primary school Sesevski Kraljevec, Školska 10, Zagreb, Croatia

³ Primary school Rudeš, Jablanska 51, Zagreb, Croatia

⁴ Gymnasium Josip Slavenski Čakovec, V. Nazora 34, Čakovec, Croatia

⁵ Faculty of Science, University of Zagreb, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Croatia

ABSTRACT

A large number of students choose biology at final examination and accordingly a large number of students are involved in biology competitions. In the biology competitions, from 20 % of the most successful, 362 high school students were chosen. Their results in solving written tests were analysed in order to establish the correlation between qualitative and quantitative analysis of issues. The analysis was performed in accordance with the Curriculum for certain studies and the Catalog for State Biology as the reference point of the conceptual framework and the anticipated learning outcomes. Types of questions are acceptable in quality, best are short-answer questions, and the worst quality are multiple-choice questions with two correct answers and questions with connections. Simple questions are still the most common types of questions with multiple-choice and connections. Solving of complicated questions and the estimation of the same questions are highly related. Relationships between solving the questions of lower quality and the middle quality and the assessment of the solution are the quality of the questions and the importance of forming the questions with the appreciation of the elements of the quality assessment. A better connection between solving and the quality of questions confirms the importance of preparing questions by observing the elements of quality assessment, and in particular the application of critical thinking in conceptual understanding and problem-solving questions. The results obtained by the analysis in the future can be used to improve the writing of written examination questions and the development of satisfactory biological competencies of high school students.

Keywords: *cognitive levels, professional assessment of quality issues, competition students, experience of a teacher*

INTRODUCTION

Teachers continuously and systematically follow the achievements and success of their students, and written tests of knowledge (Cindrić et al., 2010) are the best method of examining student achievements. Student competitions in different subjects are also one of the ways of measuring achievements and skills in the educational system. A large number of students choose biology at final examination and accordingly a large number of students are involved in biology competitions. Purpose for this research were improve the quality of the questions and gain insight into the success of high school students at the County Biology Competition held in 2015, the partial aims of the research were set:

- ☛ analyze the qualitative structure of the questions and the correlation of the influence of the elements of quality assessment questions on the final quality questions
- ☛ to analyze the correlation of the elements of quality assessment with the student's success in solving them

- ☛ determine the impact of teacher experience in preparing tasks on the success of qualitative assessment of tasks.

METHODS

For research we used written tests from the biology competition for students from the first to fourth grade of the gymnasium held on March 18, 2015. In the biology competitions, from 20 % of the most successful, 362 high school students were chosen. For the analysis of the question, the method of expert quality assessment of the questions and the analysis of the answers based on the class of solving with the cognitive coding of the answers to open type questions according to Radanović et al. (2017b). After analyzing the answers to open type questions, the problems encountered in learning and teaching have been identified and in some cases certain misconceptions related to it. Statistical analysis was carried out using the Statistics Toolkit - StatsToDo (Chang, 2014), and correlations were interpreted according to Hopkins (2000). The differences in the frequency of the individual classes of students to their overall performance were analyzed by the χ^2 test. The Kruskal-Wallis test was used for analyzes where the student's success is presented in the form of solving class, and covers a range of solvency of 10% (Radanović et al., 2017c). The correlation of the variables was determined by the correlation index. Pearson's correlation coefficient (r) was used in cases of linear linkage and normal distribution when determining the correlation between the estimated and actual weight of tasks and the impact of the elements of task estimation on their solvency. Spearman's coefficient correlation (ρ) has determined the correlation between the weight of questions and its estimates and the success of the examination and the corresponding cognitive level of the question. For a detailed view defense is questions that contain expected misconceptions, are important for the prescribed plan and program, are important for life, have a critical opinion, resolve is greater or lesser than the estimated, distracters of unequal weight, conceptual misunderstanding as a result of reading the introductory text, name distractors, problems in interpreting graph data, interdisciplinary character of questions, use of less important information when creating a distractor, conceptual misunderstanding, conceptual misunderstanding of reading data from a graphical representation.

RESULTS AND DISCUSSION

There was a similarity between the answers of students coming from the same County, which may be the product of the rewriting. Barksdale-Ladd and Thomas (2000) emphasize the importance of preparing and knowing the ways of checking, and therefore students need to present the types of issues / issues that will be applied in the competition. Open type questions are mostly composed of introductory texts that students readily understand or understand, and this contributes to a higher percentage of inaccurate answers. The same problem has been noted by Garašić (2012) and Lukša (2011) in their research, saying that introductory texts in written tests should not be too long or contain information and words unnecessary to solve the task. In support of this, the research of the PISA project goes on to show that the poor solving of the questions is a consequence of reading difficulties, understanding of the reading and interpretation of the answer (Braš-Roth et al., 2008).

The quality of the least handicapped issues is influenced by categories of impact on solving issues as well as the importance of issues for stimulating natural literacy, and the greatest impact is the importance of the issues for the profession. Top quality questions show a great deal of relevance to the importance of questions to encourage natural literacy in students and all its assessment elements, with the exception of medium-to-length relationships with the promotion of critical

thinking. In such matters, greater attention should be paid to the formatting and comprehensiveness of the questions (Braš Roth et al., 2008) and to reduce the influence of just logical thinking of the students without the actual application of knowledge, thereby enabling students to critically consider the task solving. Considering that there was a lower student competition, the average impact of additional pupils' learning on the success of the issue at issue at the national level would be acceptable. In relation to the achieved solving of the tasks, a higher correlation of the higher quality issues with the assessment of the solution was compared with the problems of the lower quality, which is the confirmation of the quality of the tasks. The weight of questions and the cognitive level mean is vice versa proportionally related to the achieved resolution that is to be expected, in order to check out the most successful students. Better connectivity to quality questions confirms the importance of preparing questions by taking into account the elements of quality assessment, and especially the application of critical thinking in conceptual understanding.

Misconceptions are mostly related to issues that check the concepts within the key concept of molecular organization of living organisms (DNA molecules, RNAs, amino acids) and inheritance at the organism level (gen, chromosomes, meiosis), and conceptual misunderstanding occurs in tasks that are of interdisciplinary character and require applying knowledge and skills from chemistry and physics. Garašić (2012) and Lukša (2011) also noted that most often misunderstandings and conceptual misunderstanding arise precisely in the type of tasks that examine concepts inherited. They conclude that the subject matter is difficult and abstract to the students, and that the students learn to know the knowledge without understanding. Flores et al. (2003) also note that students of different ages have problems with understanding the processes occurring in the cell and include the terms gene, chromosome, DNA, amino acids, proteins and cellular diploidy. Questions NB4-1 and NB4-3 correspond to the problem involving misconceptions related to DNA, amino acids, gene and cell division, and have very little resolution compared to the evaluated by the teachers. In Tasks NB4-1 (Level I, Weight 2) and NB4-3 (Level II, Weight 3), students show that they have problems with understanding the genetics and inheritance bases. The fact is that teachers spend a lot of time on genetic material because they know that it is difficult and demanding for students, all for the purpose of successful passage in written examinations of external evaluation (Ristić-Dedić et al., 2011). However, the fact is that the results are different and despite the efforts of teachers there are groups of students who were totally executed in solving or did not even try to find it difficult. Knight and his associates (2005) consider that the reason is a uniform approach to teaching and suggests that access continues to be different, viz. And more systematically. In NB4-1 it was noted that the word copy was the main culprit for the great inaccuracy in this task because this word was not used in the lesson and the students immediately eliminated that response. In NB4-3, students have difficulty understanding gametogenesis in plants. Garašić (2012) notes that students show very little interest in botany because they are abundant with a large amount of information and concepts. This has caused a very bad result in this matter. The students did not pay attention to the endosperm of wheat and applied the basis for the plant's developmental cycle. In addition, the concept of chromosome, chromatid and DNA was not understood.

Issues NB2-13b and NB4-12b warn of problems of a long introductory text that does not contain information related to the question and difficulty reading the data from the graph. The difference between the results of the survey of students who participated in the research works and the students who attended the written examination only went to the benefit of the students who wrote

the research themselves and used dependable and independent variables in their work and achieved a better resolution in that part of the examination. Lack of research teaching is also cited by Lujan and DiCarlo (2006). Question NB4-12b is concerned because its small resolve indicates that fourth-grade students do not have the ability to interpret data from a graphical representation. Simpson and Arnold (1982) argue that the wrong interpretation of graphic data is due to insufficient assumption of small, medium, or large, because professors do not warn students that the difference between these concepts is important when describing a graphical representation.

NB1-2 examines another cognitive level, but is not appropriate for the first grade of high school. In the first grade, basic facts about viruses are learned, and in the second class, viruses are analyzed for longer and the diseases they cause are reported. According to Garašić (2012), this type of question is not appropriate due to insufficient depth of student knowledge, and Lukša (2011) notes that solving such issues depends on the teachers and their way of structuring the materials and attaching importance to the facts they will convey to the students. In NB2-6, most of the incorrect answers (distractors) are based on understanding the texture of the peel mushroom, but use specific terms. The question would have to be the quality of the image that needs to be supplemented because the students do not understand the principle of the peel-fingers texture. Lukša (2011) states that students are better and easier to remember if they are offered a model that they must describe with their words. Questions NB3-4 and NB3-20b are of an interdisciplinary nature. NB3-4 quality is reduced by choosing a unit of measurement, because students concentrate on conversion, and not on issues that are very important and useful. Lukša (2011) and Garašić (2012) point out great concern about the student's lack of understanding of blood pressure and its influence on the body, and misunderstanding is attributed to integration with chemistry and physics with the influence of body pressure. Students do not have the habit of linking the teaching contents of different subjects and do not use the concepts taught in STEM subject areas to help explain the presented biological problem. Labov et al. (2010) point out that issues of an interdisciplinary character, and are processed and viewed from a single point of view, create misunderstandings that are later difficult to avoid. An experiment is recommended to help students reach the solution by using the knowledge they have of all subjects with the integration of knowledge. The interdependencies and impacts of collapsing, volume and surface disturbed students during the application of these sizes to erythrocytes. This points to the fact that students have difficulty when the size must be described by way of example. The most common misinterpretation referred to the relationship between volume and surface, while the plaster was mostly well-conceived. Such questions should be more common in written tests, because they require students to logically conclude and translate them into critical thinking when formulating conclusions using basic concepts of the STEM area. Won et al. (2007) in their research point out that such problems arise due to insufficient knowledge or misunderstanding of chemistry and physics and misunderstandings that may arise due to inadequate explanations from textbooks and teachers.

The great consistency of assessments of young teachers and teachers with a longer working life and poor consistency of experts and both groups of teachers point to the need for systematic education and various forms of lifelong learning that will prepare teachers for the preparation of quality questions, but not only on a theoretical basis but as a support to their work with students. Such reflections confirm the conclusions of Oleson and Hor (2013) that teachers in their classroom work to develop their professional identities, and instead of blindly modelling the behaviour of their

instructors, often rely on their own experience in teaching. The weakest link between assessing the relevance of the questions for the prescribed program and encouraging critical thinking among the students in the questionnaire and teacher training is confirmed by the lack of systematic application of the conceptual framework in biology teaching as noted in previous research (Lukša, 2011). With regard to the achieved solving tasks, a small correlation of the issues of lower quality and the medium of the connection of higher quality issues with the assessment of solvency was established, which is another confirmation of the acceptable quality of the tasks. The difficulty of the questions and the cognitive level of the middle are inversely proportionally related to the achieved solutions so that checks can best excel the most successful learners. A better correlation between solving and quality issues confirms the importance of preparing issues with the appreciation of quality assessment elements, and in particular the application of critical thinking in conceptual understanding and problem-solving tasks. Such a result highlights the need for systematic routing of teachers to encourage the critical thinking of students and their conceptual understanding of biology. The small difference between the evaluation of young teachers and experts in relation to long-term teachers indicates that the initial lesson during the course of the study successfully targeted students in assessing the quality of the questions. The analysis of the impact of each element of the assessment suggests that the greatest impact on the assessment of experience is the category of impact of the response question. Although the conclusions of the comparison of the quality assessment of the questions by working time and the experience of drawing up the questions according to the quality determinants are limited by a small sample, however, based on the conducted analysis can be seen the trends, which must be checked in future research.

CONCLUSION

There is a tendency for students to focus on active observation and conclusion using the knowledge gained during the biology of biology while solving their assignments in a written review at county level of biology competition, and such an approach to preparing written tests is desirable also for written check-ups in regular teaching. According to the research conducted it is possible to conclude:

- ☞ the average weight distribution is satisfactory for the competition
- ☞ the quality of the least handicapped issues has the greatest impact on the issues of the profession, and the authors have given these issues a great deal of attention in shaping the issue and its understandability
- ☞ the best quality assignments are still insufficiently encouraging students to think and conceptualize, and more attention should be focused on shaping and understanding the issues and reducing the impact of a logical conclusion without the actual application of knowledge
- ☞ since it is a competition of students at the county level, it is acceptable to have a smaller impact of the necessary additional student learning while at government level competitions acceptable and medium influence for the purpose of conceptual expansion of basic knowledge applicable in solving more complex problem situations rather than burdening students by memorizing additional terms
- ☞ a better link between solving and quality issues confirms the importance of preparing questions by taking into account the elements of quality assessment, and in particular the application of critical thinking in the concept of conceptual understanding and problem solving
- ☞ the authors of the questions should in future endeavor to pay more attention to directing the promotion of natural literacy, especially critical thinking

- ☛ it is recommended for drafters and reviewers to evaluate the quality of the questions according to the criteria of expert quality assessment of the issues in order to fully achieve the purpose of checking the knowledge of the students at the competition
- ☛ it is necessary to organize modularly certified teaching of small groups of teachers in the preparation of continuous work with error feedback and progress, and such professional training would be desirable also for the preparation of day-to-day check-ups in regular teaching.

LITERATURE

- Barksdale-Ladd, M. A., Thomas, K. F. 2000. What's at stake in high-stakes testing teachers and parents speak out. *Journal of Teacher Education*, 51, 5, 384-397.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2008. PISA 2006, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
- Chang A. 2014. Statistics Toolkit (StatsToDo). Department of Obstetrics and Gynaecology, the Chinese University of Hong Kong. <https://www.statstodo.com/index.php>, pristupljeno rujan 2016.
- Flores, F., Tovar, M.E., Gallegos, L.. 2003. Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25, 2, 269-286.
- Garašić, D. 2012. Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija.
- Hopkins. K. D. 1998. Educational and psychological measurement and evaluation. Boston: Allyn & Bacon.
- Knight, J. K., Wood, W. B. 2005. Teaching More by Lecturing Less. *Cell Biology Education*. 4, 298–310.
- Labov, J. B., Reid, A. H., Yamamoto, K. R. 2010. Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?, *CBE—Life Sciences Education*, 9, 10–16.
- Lujan, H. L., DiCarlo, S. E. 2006. Too much teaching, not enough learning: what is the solution? *Advances in Physiology Education*, 30, 17-22.
- Lukša, Ž. 2011. Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
- Lukša Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 154(4): 527-548.
- Oleson, A., Hora, M.Z. 2013. Teaching the way they were taught? Revisiting the sources of teaching knowledge and the role of prior experience in shaping faculty teaching practices. *High Educ.*, DOI: 10.1007/s10734-013-9678-9
- Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić L.J., Sertić Perić M., Toljan M. 2017b. Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb, 212 str.
- Radanović, I., Lukša, Ž., Begić, V., Bastić, M., Garašić, D., Sertić Perić, M., Podrug, I. 2017c. Professional quality assessment of the Croatian state written exam in biology. – ESERA (European Science Education Research Association), Dublin. Ireland.
- Ristić - Dedić Z., Jokić, B., Šabić, J. 2011. Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije. Institut za društvena istraživanja – Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Simpson, M., Arnold, B. 1982. Availability of Prerequisite concepts for learning biology at certificate level. *Journal of Biological Education* 16,1, 65-72.
- Won, J. A., Ko, Y.H., Paik, S. H. 2007. High School Science Teachers' and Students' Conceptions Related to Osmosis. *Journal of The Korean Association For Research In Science Education*. 27, 2, 144-152.

KVALITETA PITANJA I USPJEH SREDNJOŠKOLSKIH SUDIONIKA NATJECANJA IZ BIOLOGIJE U ZNANJU

Ines Grgurić¹, Valerija Begić², Marijana Bastić³, Žaklin Lukša⁴, Ines Radanović⁵

¹ X. gimnazija „Ivan Supek“, Klaićeva 7, Zagreb
igrguric12341@gmail.com

² Osnovna škola Sesvetski Kraljevec, Školska 10, Zagreb

³ Osnovna škola Rudeš, Jablanska 51, Zagreb

⁴ Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, V, Nazora 34, Čakovec

⁵ Biološki odsjek Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb

SAŽETAK

Biologija je već niz godina među najzastupljenijima izbornim predmetima na Državnoj maturi pa se sukladno tome veliki broj učenika uključuje i na natjecanja iz biologije. Na županijskom natjecanju kao 20 % najuspješnijih po županijama izlučeno je 362 učenika srednjih škola, čiji su postignuti rezultati pri rješavanju pisane provjere analizirani s ciljem utvrđivanja povezanosti kvalitativne i kvantitativne analize pitanja. Analiza je provedena u skladu s Nastavnim programom za određeni razred i katalogom za državnu maturu iz biologije kao referentnim točkama konceptualnog okvira i predviđenih ishoda učenja. Pitanja u pisanim provjerama su prihvatljive kvalitete, najkvalitetnija su pitanja kratkog odgovora, a najslabije kvalitete pitanja višestrukog izbora s dva točna odgovora i zadaci povezivanja. Reproductivni zadaci još uvijek prevladavaju u pitanjima višestrukog izbora i povezivanja, a težina na osnovu riješenosti i procijenjena težina zadataka visoko su povezane. Mala povezanost riješenosti pitanja slabije kvalitete i srednja povezanost kvalitetnijih pitanja s procjenom riješenosti potvrda je kvalitete zadataka i važnosti oblikovanja pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete. Potvrđena bolja povezanost riješenosti i kvalitete pitanja potvrđuje važnost pripreme pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete, a posebno primjene kritičkog razmišljanja u zadacima provjere konceptualnog razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema. Rezultati dobiveni analizom u budućnosti se mogu koristiti za poboljšanje izrade pitanja pisanih provjera te razvoj zadovoljavajućih bioloških kompetencija učenika srednjoškolske populacije.

Ključne riječi: *kognitivne razine, stručna procjena kvalitete pitanja, natjecanje učenika, iskustvo nastavnika*

UVOD

Istraživanja mnogih autora potvrđuju da se interes učenika za nastavne sadržaje gubi tijekom godina školovanja (George, 2006; Prokop i sur, 2007; Barmby i sur, 2008). Opadanje učeničkog interesa za prirodoslovlje uglavnom dolazi iz zemalja u kojima se prirodoslovlje uči kao integrirani nastavni predmet, a mnogo je manje istraživanja provedeno glede učeničkog interesa za biologiju, kao poseban predmet (Usak i sur, 2009; Garašić, 2012). Hrvatski učenici osmih razreda osnovnih škola biologiju procjenjuju zanimljivom, razmjerno razumljivom i umjereno teškom u odnosu na druge predmete (Marušić, 2006). Iako se sadržaj biologije bavi fenomenom života i različitim aspektima življenja, učenici je nisu smjestili na vrh, već negdje u sredinu ljestvice omiljenih predmeta, a kao najčešći razlog neomiljenosti predmeta učenici navode nastavnike (Marušić, 2006). Prema Garašić (2012) interes učenika za prirodoslovlje mijenja se tijekom odrastanja, a ovisi i o spolu. Oba spola su najviše zainteresirana za humanu biologiju, djevojčicama je tema vezana za ljudsko tijelo omiljena, a dječaci kako rastu sve više se odmiču od

bioloških tema prema fizikalno orijentiranim temama. Postoji opasnost da opći trend pada interesa za izbor prirodoslovnih zanimanja zahvati i studij biologije, posebno zbog ograničenih mogućnosti zapošljavanja biologa izvan prosvjete, što je već dugi niz godina stvarnost hrvatskog tržišta rada (Garašić, 2012).

Nastavnici kontinuirano i sustavno prate postignuća i uspjeh svojih učenika, a kao najbolja metoda provjeravanja učenikovih dostignuća navode se pisane provjere znanja (Cindrić i sur, 2010). Da bi se pisana provjera mogla koristiti kao mjerljivi instrument u praktične svrhe, ona mora biti valjana, objektivna, pouzdana i osjetljiva (Grgin, 1994; Vizek-Vidović i sur, 2003). U pisanim provjerama koje podržavaju osnovna načela pripreme kvalitetnih zadataka svi učenici imaju iste uvjete u kojima mogu postići i ostvariti najbolje rezultate, a oni su odraz njihovog truda, rada i razumijevanja nastavnih tema koje se provjeravaju (De Zan, 2005). Prilikom oblikovanja pisanih provjera osim nastavnih sadržaja, potrebno je unaprijed odlučiti koji će se obrazovni ciljevi i u kojoj mjeri provjeravati. Ako se ne obrati pozornost na smisao i svrhu provjere, može se dogoditi da većinom zadataka provjeravamo samo poznavanje pojedinih činjenica i podataka (Radanović i sur, 2017a), jer se zadaci dopunjavanja najlakše sastavljaju i ocjenjuju (Andrilović i Čudina, 1985). Da bi pisane provjere bile kvalitetno oblikovane potrebno je zahvatiti najmanje tri kategorije ciljeva postignuća prema taksonomskoj klasifikaciji, pri čemu njihov odnos i unutarnje raščlanjene ovisi o prirodi predmeta (Andrilović i Čudina, 1985).

Natjecanja učenika u različitim nastavnim predmetima također je jedan od načina mjerenja postignuća i vještina u odgojno-obrazovnom sustavu. Učenici se na natjecanje iz biologije mogu prijaviti u dvije kategorije, prva kategorija je natjecanje u znanju - učenik pristupa pisanoj provjeri znanja, a druga kategorija je natjecanje učenika u izradi samostalnih istraživačkih radova - učenik predstavlja svoje istraživanje (HBD, 2010). Provjere koje pišu sudionici natjecanja izrađuje Državno povjerenstvo prema Nastavnom programu za gimnazije (MZOŠ, 1995) i udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i obrazovanja za tekuću školsku godinu (AZOO, 2014). Treba napomenuti da učenici koji sudjeluju u natjecanju u najvećoj mjeri spadaju u skupinu učenika iznadprosječnih sposobnosti. Zbog toga uzorak natjecatelja čini netipičnu ispitnu populaciju za koju se očekuje bolja riješenost provjera. Ako se u ovoj skupini učenika pojave određeni problemi ili miskoncepcije vezane za rješavanje pitanja iz biologije, poglavito uz ona područja za koja je već dokazano da postoje određene miskoncepcije, za očekivati je da će se te miskoncepcije pojaviti i kod učenika koji su prosječnog uspjeha.

Poželjno je da pisane provjere koje su namijenjene za natjecanja, sadrže različite tipove zadataka kako bi rezultati provjera dali što vjerniju sliku o znanju učenika. Također valja napomenuti da sve vrste zadataka istodobno imaju i prednosti i nedostatke (Radanović i sur, 2013) koje sastavljači trebaju dobro poznavati kako bi se zadaci u pisanim provjerama znanja primjereno upotrijebili. Pisana provjera za županijsko natjecanje bi trebala biti strukturirana tako da se u njoj nalazi 20 % zadataka kojima se provjerava reprodukcija nastavnih sadržaja, 60 % zadataka kojima se provjerava konceptualno razumijevanje i primjena znanja i 20 % zadataka kojima se provjerava sposobnost rješavanja problema (Radanović i sur, 2013).

Pisane provjere na županijskom natjecanju iz biologije sastavljene su od niza zadataka objektivnog tipa u kojima je točan odgovor jednoznačno određen i mogu se objektivno procijeniti (Vizek-Vidović i sur, 2003). U pisanim provjerama za natjecanje srednjoškolske populacije učenika nalaze se ovi tipovi zadataka objektivnog tipa: zadaci višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom, zadaci višestrukog izbora s dva točna odgovora, zadaci povezivanja, serije zadataka alternativnog tipa, zadaci

sređivanja u kombinaciji zadataka različitog tipa te zadaci kratkog odgovora kao zadaci produženog odgovora kao zadaci otvorenog tipa.

S ciljem da se poboljša kvaliteta pitanja te dobije uvid u uspješnost srednjoškolske populacije učenika na Županijskom natjecanju iz biologije koje je održano 2015. godine, postavljeni su parcijalni ciljevi ovog istraživanja:

- analizirati kvalitativnu strukturu pitanja i povezanost utjecaja elemenata procjene kvalitete pitanja na konačnu kvalitetu pitanja
- analizirati povezanost elemenata procjene kvalitete pitanja s uspjehom učenika u njihovu rješavanju
- utvrditi utjecaj iskustva nastavnika u pripremi zadataka na uspješnost kvalitativne procjene zadataka.

MATERIJALI I METODE

Za istraživanje su se koristile pisane provjere sa Županijskog natjecanja iz biologije za učenike od prvog do četvrtog razreda gimnazije održanog 18. ožujka 2015. godine. 20 % najbolje riješenih pisanih provjera po županijama uključivalo je pisane provjere 362 učenika gimnazije. Pisane provjere sa Županijskog natjecanja iz biologije sadrže od 16 do 21 pitanje, ali su često uključena potpitanja kojima učenici mogu ukupno ostvariti 50 bodova. Tako se provjera za prvi razred sastoji od ukupno 33 pitanja, provjera za drugi razred od 43 pitanja, provjera za treći razred od 29 pitanja, a provjera za četvrti razred od 50 pitanja. Potpitanja su analizirana zasebno, ali i kao cjelina u odgovarajućem zadatku, kako bi se dobili što točniji rezultati.

Za analizu pitanja koristila se metoda stručne procjene kvalitete pitanja i analiza odgovora na osnovu klasa riješenosti uz kognitivno kodiranje odgovora na pitanja otvorenog tipa prema Radanović i sur. (2017b). Kod pitanja otvorenog tipa određivana je kognitivna kvaliteta odgovora, zbog toga jer svaki netočan odgovor u suštini nije jednak. Nakon što je provedena analiza odgovora na pitanja otvorenog tipa, utvrđeni su problemi koji se javljaju pri učenju i poučavanju te su u nekim slučajevima određene miskonceptije vezane uz njega.

Statistička analiza provedena je korištenjem Statistics Toolkit - StatsToDo (Chang, 2014), a korelacije su interpretirane prema Hopkins (2000). Razlike frekvencija pojedinih klasa učenika prema ukupnoj uspješnosti analizirana je χ^2 testom. Kruskal-Wallisov test korišten je za analize pri kojima je uspjeh učenika prikazan u obliku klasa riješenosti, a obuhvaćaju raspon riješenosti od 10 % (Radanović i sur, 2017c). Povezanost varijabli utvrđivana je uz pomoć indeksa korelacije. Pearsonov koeficijent korelacije (r) korišten je u slučajevima linearne povezanosti i normalne distribucije pri određivanju povezanosti procijenjene i stvarne težine zadataka te utjecaja elemenata procjene zadataka na njihovu riješenost. Pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije (ρ) utvrđena je povezanost težine pitanja i njene procjene te uspješnosti pri rješavanju provjere i odgovarajuće kognitivne razine pitanja.

Nakon analize provjera za detaljni prikaz odbrana su pitanja koja se po određenim karakteristikama razlikuju od ostalih pitanja: sadrže očekivane miskonceptije, važna su za propisani plan i program, važna su za život, ostvaruju kritičko mišljenje, riješenost je veća ili manja u odnosu na procijenjenu, distraktora nejednake težine, konceptualnog nerazumijevanja kao posljedice čitanja uvodnog teksta, distraktora opterećenih nazivima, problema pri interpretaciji podataka iz grafičkog prikaza, interdisciplinarnog karaktera pitanja, korištenja manje značajnih informacija pri izradi distraktora, konceptualnog nerazumijevanja, konceptualnog nerazumijevanja čitanja podataka iz grafičkog prikaza.

REZULTATI

Određena je kvaliteta pitanja za svaku kategoriju natjecanja u znanju u skladu s razredom srednje škole po elementima važnosti pitanja i utjecaja pitanja na odgovor. Sva su pitanja u rasponu vrijednosti procjene kvalitete pitanja 1.5 do 2.5 te su kvalitetom prihvatljiva, no ni jedno pitanje nije procijenjeno kao loše, ali niti jedno nije procijenjeno kao dobro. Većina pitanja u pisanim provjerama je prihvatljive kvalitete (65 %), pri čemu je 52 % pitanja u rangi srednje vrijednosti procjene iznad 2, ali manje od 2,5. Elementi procijene važnosti pitanja kreću se u rasponu srednje važnosti, najveća zastupljenost pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti je u provjeri za četvrti razred (50 %), dok ja najmanja u provjeri za prvi razred (18 %). Prema vrsti pitanja (tablica 1) u klasi prihvatljivih pitanja najbolje su procijenjena pitanja kratkog odgovora s najmanjim odstupanjem u kvaliteti između razreda, dok su kvalitetom bila najslabija pitanja višestrukog odabira s dva točna odgovora koja su i najmanje procijenjene važnosti za poticanje biološke pismenosti učenika. U provjerama su u istom zadatku pripremljena pitanja različitog tipa pa su takvi zadaci pri ukupnoj analizi svrstani u kategoriju višestruke kombinacije.

Tablica 1 Karakteristike pitanja prema kategorijama procjene kvalitete i riješenosti

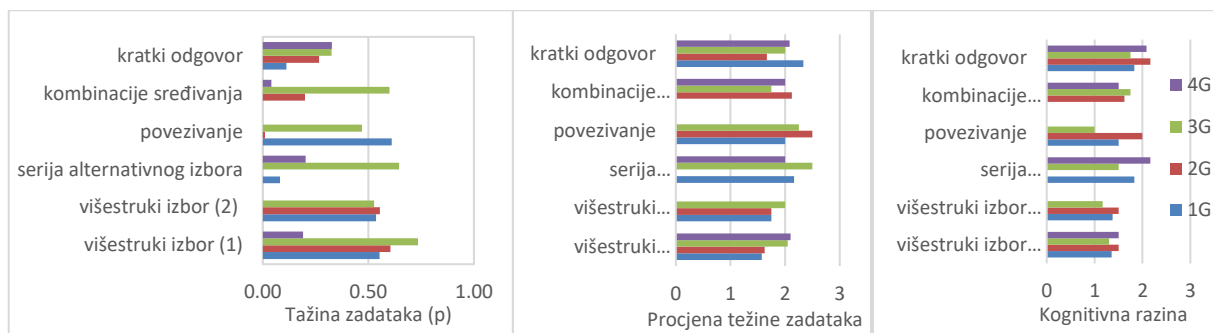
VRSTA ZADATKA	OPISNICA	RAZRED				srednja vrijednost	SD
		1.	2.	3.	4.		
višestruki izbor (5) - jedan točan odgovor	kvaliteta pitanja	1,82	2,07	2,02	1,97	1,97	0,11
	važnost pitanja	1,69	1,91	1,84	1,71	1,79	0,11
	utjecaj pitanja na odgovor	1,95	2,23	2,20	2,22	2,15	0,13
	riješenost (%)	55,24	60,50	73,50	19,00	52,06	23,34
višestruki izbor (5) - dva točna odgovora	kvaliteta pitanja	1,84	1,92	1,86		1,87	0,04
	važnost pitanja	1,67	1,69	1,53		1,63	0,09
	utjecaj pitanja na odgovor	2,01	2,16	2,20		2,12	0,10
	riješenost (%)	53,61	55,50	52,67		53,93	1,44
serija alternativnog izbora	kvaliteta pitanja	1,83		1,93	2,14	1,96	0,16
	važnost pitanja	1,65		1,76	2,18	1,86	0,28
	utjecaj pitanja na odgovor	2,00		2,10	2,10	2,07	0,06
	riješenost (%)	8,15		64,50	20,33	30,99	29,65
povezivanje	kvaliteta pitanja	1,88	1,84	1,86		1,86	0,02
	važnost pitanja	1,65	1,73	1,58		1,65	0,08
	utjecaj pitanja na odgovor	2,10	1,95	2,14		2,06	0,10
	riješenost (%)	61,11	1,00	47,00		36,37	31,43
višestruke kombinacije	kvaliteta pitanja		2,03	2,06	1,99	2,03	0,04
	važnost pitanja		1,89	1,91	1,73	1,84	0,10
	utjecaj pitanja na odgovor		2,18	2,21	2,25	2,21	0,04
	riješenost (%)		20,00	60,00	4,00	28,00	28,84
kratki odgovor	kvaliteta pitanja	2,10	2,03	2,08	2,21	2,10	0,08
	važnost pitanja	2,05	2,13	2,03	2,25	2,11	0,10
	utjecaj pitanja na odgovor	2,15	1,93	2,14	2,18	2,10	0,12
	riješenost (%)	11,11	26,67	32,50	32,67	25,74	10,14
UKUPNO	kvaliteta pitanja	1,89	1,98	1,97	2,08	1,98	0,08
	važnost pitanja	1,74	1,87	1,77	1,97	1,84	0,10
	utjecaj pitanja na odgovor	2,04	2,09	2,16	2,19	2,12	0,07
	riješenost (%)	37,84	32,73	55,03	19,00	36,15	14,89

Pitanja koja su nevažna za biološku pismenost najviše su zastupljena u prvom (9 %), a najmanje u drugom (2 %) razredu. Temeljem analize utjecaja pitanja na odgovor učenika može se uočiti da svako pitanje ima bar nekakav utjecaj na odgovor učenika, odnosno procijenjeno je prema srednjoj vrijednosti iznad 1,65. Pitanja srednje utječu na odgovor učenika, a najveći utjecaj je zabilježen kod pitanja višestruke kombinacije u provjeri za 4. razred, dok su pitanja za 1. razred imala najmanji utjecaj na učenike pri njihovom rješavanju. Srednja riješenost pisanih provjera od 36 % nešto je niža od uobičajene srednje riješenosti pisanih provjera iz biologije od 40 % na razini RH (Garašić i sur. 2013).

Pitanja koja su zastupljena u pisanim provjerama većinom su srednje teška (71 %), zatim teška (21 %), a prisutna su i lagana pitanja (8 %). Najviše teških pitanja nalazi se u pisanoj provjeri za treći (24 %) i prvi

(24 %) razred, a najmanje u provjeri za četvrti razred (14 %). Pitanja srednje težine najzastupljenija su u provjeri za četvrti (84 %), a provjera prvih razreda sadrži najviše laganih pitanja (24 %). U pisanim provjerama je najviše zastupljena druga kognitivna razina (61 %), zatim prva razina (30 %), a najmanje treća kognitivna razina (9 %). Najveći broj pitanja koja provjeravaju prvu kognitivnu razinu nalazi se u pisanoj provjeri za treći (48 %), a najviše pitanja koja provjeravaju primjenu znanja nalazi se u provjeri za četvrti (74 %). Pitanja koja provjeravaju treću kognitivnu razinu najzastupljenija se u provjeri za četvrti razred (14 %), dok se u pisanoj provjeri za treći razred ne nalazi niti jedno pitanje koje provjerava sposobnost rješavanja problema.

Prema tipu pitanja može se uočiti reproduktivni karakter pitanja višestrukog izbora i konzistentnija provjera konceptualnog razumijevanja pitanjima kratkog odgovora (slika 1). Prisutna je glavna negativna korelacija ostvarene težine pitanja prema indeksu težine u odnosu na procijenjenu težinu od strane nastavnika ($p = -0,69$). Nastavnici najmanje griješe u procjeni zadataka višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom (razlika proporcija = $-0,06$) i u procjeni težine pitanja kratkog odgovora (razlika proporcija = $-0,16$).



Slika 1 Aritmetičke sredine riješenosti zadataka u provjerama za pojedini razred prema tipu zadatka

U svrhu analize povezanosti utjecaja elemenata procjene kvalitete pitanja na konačnu kvalitetu pitanja iz svake je provjere izdvojeno po deset najbolje, odnosno najslabije procijenjenih pitanja. Izdvojena pitanja, izuzev jednog pitanja, kvalitetom su procijenjena ispod vrijednosti 2, što upućuje da je veliki broj pitanja u svim provjerama iako prihvatljive još uvijek nedovoljno dobre kvalitete, osobito jer je riječ o pitanjima koja su namijenjena za natjecanja učenika u znanju.

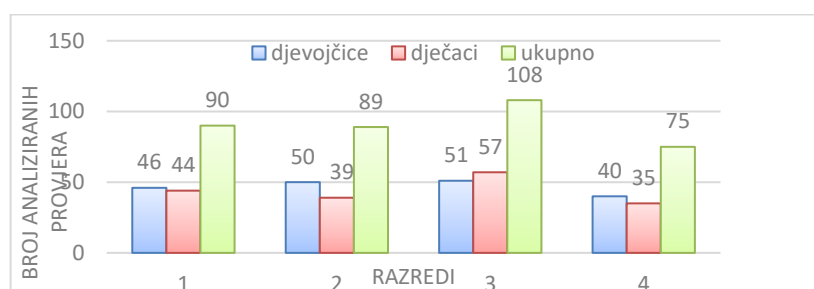
Na kvalitetu najslabije riješenih pitanja veliki utjecaj imaju u podjednako povezanosti podataka kategorije utjecaja na rješavanje pitanja ($p = 0,56$) kao i važnost pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti ($p = 0,52$) pri čemu najveći utjecaj ima važnost pitanja za struku ($p = 0,58$). Utvrđena je vrlo visoka povezanost kategorije važnosti pitanja za poticanje razvoja prirodoslovne pismenosti kod ovih pitanja s učenim poticanjem kritičkog razmišljanja ($p = 0,70$) te velika povezanost s važnosti pitanja za propisani nastavni program ($p = 0,66$) i važnosti pitanja za struku ($p = 0,59$) kao i kognitivne razine pitanja ($p = 0,56$). Takav rezultat ukazuje da su upravo tim komponentama autori pitanja posvetili najveću pažnju. Autori su također prema korelativnoj povezanosti elemenata procjene na utjecaj pitanja pri njegovu rješavanju veliku pažnju posvetili oblikovanju pitanja ($p = 0,58$) i njegovoj razumljivosti, a vrlo im je važno bilo da pri rješavanju zadataka učenici ne koriste samo sposobnost logičkog razmišljanja ($p = 0,71$) već da primjene svoje znanje.

Analizirana pitanja najbolje kvalitete pokazuju vrlo veliku povezanost s kategorijom važnosti pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti kod učenika ($p = -0,60$) i svim njenim elementima procjene izuzev

srednje povezanosti s poticanjem kritičkog mišljenja ($p = 0,47$) što ukazuje da najkvalitetniji zadaci ipak još nedovoljno potiču učenike u razmišljanju i konceptualnom povezivanju. Izostanak povezanosti kvalitete pitanja s kategorijom utjecaja pitanja na odgovor učenika ukazuje da je neophodno pri sastavljanju pitanja za natjecanje još veću pažnju usmjeriti na oblikovanje i razumljivost pitanja. S obzirom da se radi o natjecanju učenika prihvatljiv je zabilježen manji utjecaj ($p = -0,15$) dodatnog učenja učenika za uspješno rješavanje pitanja, pri čemu treba voditi brigu da se dodatno učenje usmjerava prema primjeni znanja i proširivanju razumijevanja, a ne na upamćivanju nekog podatka koji su učenici trebali pročitati. Pri sastavljanju najkvalitetnijih pitanja u provjerama autori su veliku pažnju poklonili svim elementima poticanja razvoja prirodoslovne pismenosti kod učenika ($p = 0,63 - 0,73$). Utvrđena umjerena povezanost težine pitanja s ovom komponentom ($p = 0,41$) ukazuje da autori nastoje da pitanja za poticaj razvoja prirodoslovne pismenosti ne budu preteška učenicima za rješavanje. Autori nastoje da pitanja budu primjereno oblikovana ($p = 0,73$) te da ih učenici ne rješavaju samo uz pomoć logičkog razmišljanja ($p = 0,60$), pri čemu su najbolja pitanja srednje razumljiva učenicima, a čemu bi se ubuduće trebalo pokloniti više pažnje. Također autori pitanja trebaju ubuduće nastojati da se kod pitanja koja su tehnički dotjerana te time nemaju utjecaj na rješavanje, više pažnje pokloni usmjeravanju na poticanje prirodoslovne pismenosti, a posebno kritičkog mišljenja, na što ukazuje negativna povezanost ove kategorije ($p = -0,60$) i njenog bitnog elementa ($p = -0,59$) s kategorijom utjecaja pitanja na odgovor učenika.

U odnosu na postignutu riješenost zadataka utvrđena je mala povezanost pitanja slabije kvalitete ($p = 0,15$) i srednja povezanost kvalitetnijih pitanja ($p = 0,37$) s procjenom riješenosti, što je još jedna potvrda o prihvatljivoj kvaliteti zadataka. Težina pitanja ($p = -0,37$ i $-0,58$) i kognitivna razina ($p = -0,40$ i $-0,43$) srednje su obrnuto proporcionalno povezane s ostvarenom riješenosti što je i za očekivati kako bi se provjerom moglo dobro izlučiti najuspješnije učenike. Pritom bolja povezanost kod kvalitetnijih pitanja potvrđuje važnost pripreme pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete, a posebno primjene kritičkog razmišljanja u zadacima provjere konceptualnog razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema.

Analiza je provedena na 362 pisane provjere sa Županijskog natjecanja iz biologije 2015. godine (slika 2).

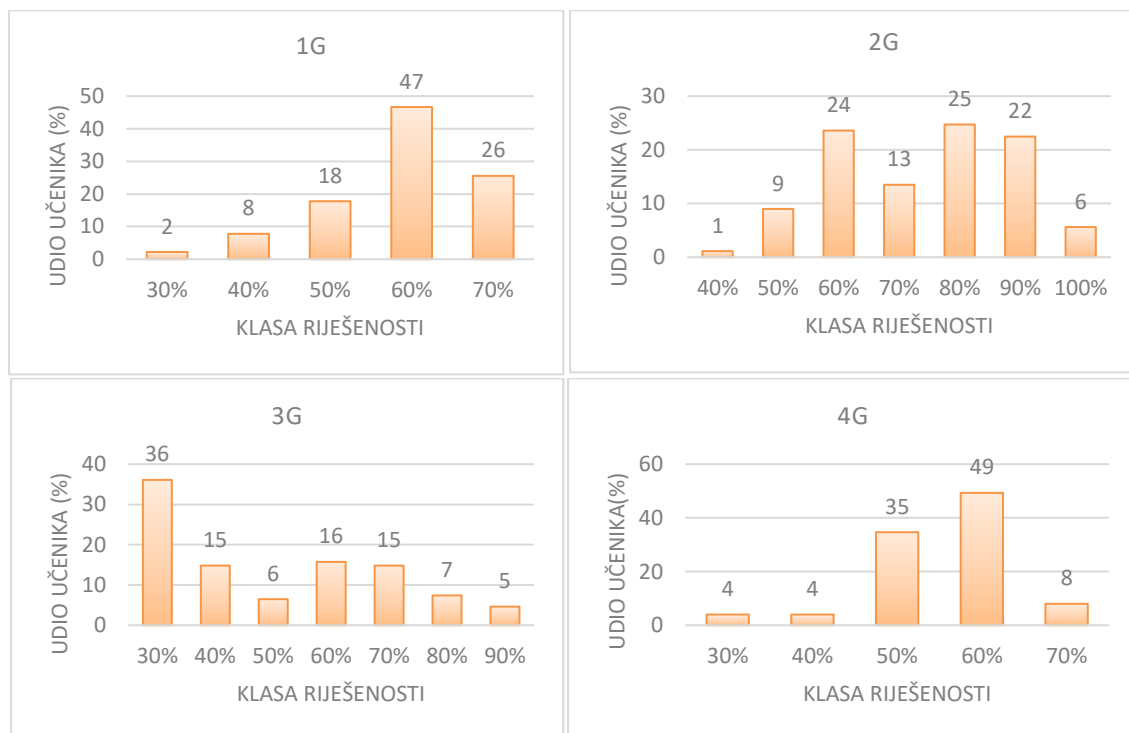


Slika 2 Zastupljenost učenika po razredu i spolu u kategoriji 20 % najuspješnijih sudionika natjecanja u znaju

Najveći broj učenika na natjecanju zastupljen je u trećem razredu (30 %), najmanji broj u četvrtom razredu (21 %), dok je zastupljenost učenika u prvom (25 %) i drugom (24 %) razredu podjednaka (slika 2). Budući da se u trećem razredu veći dio školske godine obrađuju nastavni sadržaji vezani za građu i funkcije ljudskoga tijela, a ujedno je to najzanimljivije i najbliže učenicima, ne iznenađuje podatak da se upravo iz trećeg razreda prijavilo najviše učenika za natjecanje. S druge strane najmanja zastupljenost učenika bila je u četvrtom razredu. Pretpostavka za tako malu brojnost učenika u četvrtom razredu je priprema za maturu i nastavak školovanja. Nastavni sadržaji koji se obrađuju u drugom razredu

(zoologija i botanika) opterećeni su brojnim informacijama i pojmovima koje treba memorirati što je vjerojatni razlog malog broja prijavljenih učenika iz drugog razreda na natjecanje. Za natjecanje u prvom razredu vjerojatno su se prijavili oni učenici koji su sudjelovali na natjecanju iz biologije i u osnovnoj školi. Zastupljenost dječaka i djevojčica u svim razredima je podjednaka, ali djevojčice ipak prevladavaju. To se najbolje vidi u drugom razredu, gdje je zastupljenost djevojčica 56 %, a dječaka 43 %. Iznimka je treći razred gdje je zastupljenost dječaka 53 %, a djevojčica 47 % (slika 2).

Prema uspješnosti učenika rezultati su prikazani po klasama riješenosti pitanja. Broj klasa je u skladu sa zahtjevnosti provjere i karakteristikama pitanja, a učenici koji ostvaruju 20% najboljih rezultata unutar svojih županija, raspoređeni su u klase više od 30 % riješenosti provjere (slika 3). Analizom riješenosti i raspodjele postignuća učenika uočava se da je provjera u prvom razredu bila najteža, jer obiluje teškim reproduktivnim zadacima, ali samo za 2 % teža od provjere za četvrti razred koja je većim dijelom sastavljena od srednje teških zadataka koji su provjeravali primjenu znanja i razumijevanje. Provjera u drugom razredu bila je prelagana za sudionike natjecanja čije su zadaće dostavljene državnom povjerenstvu (slika 3).



Slika 3 Raspodjela učenika prema klasama uspješnosti u odnosu na provjeru za odgovarajući razred sudionika natjecanja (1G – 1. razred, 2G – 2. razred, 3G – 3. razred, 4G – 4. razred)

Procjena riješenosti pitanja za 1. razred gimnazije kreće se u rasponu od 30 % do 80 % i pokazuje veliku povezanost ($p = 0,53$) sa stvarnom riješenosti ($M = 41,75 \% \pm 31,08$). Najviše pitanja je I. kognitivne razine ($M = 1,52 \pm 0,51$), težina pitanja je srednja ($M = 1,82 \pm 0,63$), a kvaliteta prihvatljiva ($M = 1,93 \pm 0,16$). Najniže procijenjenu kvalitetu ima prvo pitanje (1,65), a najveću potpitanje 18c (2,36). Pitanje 13 je zanimljivo jer se ukupna procjena riješenosti (30 %) podudara s procijenjenom riješenosti potpitanja (13a = 30 %, 13b = 30 %). Procjena riješenosti pitanja za 2. razred kreće se u rasponu od 30 % do 70 % te pokazuje srednju povezanost ($p = 0,42$) sa stvarnom riješenosti ($M = 56,83 \% \pm 23,75$). Kvaliteta pitanja je prihvatljiva, bez značajnih razlika između pitanja ($M = 2,00 \pm 0,17$). Za većinu pitanja je važno razumijevanje da bi se postigla što bolja riješenost, jer najviše pitanja je II. kognitivnu razine ($M = 1,67 \pm$

0,48), a prosječna težina pitanja je srednja ($M = 1,83 \pm 0,42$). Najmanje procijenjenu kvalitetu ima potpitanje 15b (1,61), a najveću potpitanje 9c (2,40). Procjena točnosti pitanja za 3. razred kreće se u rasponu od 40 % do 70 % uz malu povezanost ($p = 0,27$) sa stvarnom riješenosti ($M = 59,28 \% \pm 28,84$). Pitanja 9. (1,69) i 21b (1,76) ističu se najmanjim vrijednostima kvalitete pitanja, a potpitanje 21c ima procijenjenu najbolju kvalitetu (2,40). Najviše pitanja je I. kognitivne razine ($M = 1,33 \pm 0,35$), a težina pitanja je srednja ($M = 1,97 \pm 0,45$). Procjena riješenosti pitanja 4. razreda kreće se u rasponu od 40 % do 70 % i pokazuje malu povezanost ($p = 0,13$) sa stvarnom riješenosti ($M = 36,64 \% \pm 20,67$). Pitanja 9, 10 i 14 najviše potiču učenike na primjenu kritičkog mišljenja (2,4). Najveću procijenjenu kvalitetu ima potpitanje 16VIII (2,33). Pitanja su većim dijelom II. kognitivne razine ($M = 1,80 \pm 0,44$) i srednje težine ($M = 2,03 \pm 0,31$).

Analiza odabranih pitanja

Nakon analize pisanih provjera odabrana su pitanja koja se po određenim elementima razlikuju od ostalih pitanja. Ukupno je odabrano dvanaest pitanja, ali je komentirano samo sedam pitanja koja su smisleno provjeravala polazišne koncepte (tablica 2), kako bi se na osnovu njihove analize uočile mogućnosti za poboljšanja.

Tablica 2 Biološki koncepti, ishodi prema katalogu državne mature i teme u Nastavnom planu i programu koje provjeravaju odabrana pitanja za analizu u pisanim provjerama sa županijskog natjecanja iz biologije 2015. godine

PITANJE	KONCEPT	ISHOD UČENJA	TEMA U PIP-u
NB1-2	Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije	Objasniti građu i podjelu virusa	Virusi - čestice ili stanice ?
NB2-6	Životni ciklus organizma	Usporediti životne cikluse životinjskih organizama	Carstvo protokista - kremenjašice (Diatomeae)
NB2-13b	Znanstvena metodologija	Analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja	Važnost bakterija za čovjeka i prirodu
NB3-20b	Znanstvena metodologija	Analizirati podatak na temelju uvodnog teksta i izračuna	Krv i krvne stanice
NB4-1	Nasljeđivanje na razini organizama	Povezati stalnost broja, građe i oblika kromosoma (gena) s definicijom vrste kao reproduktivno izolirane skupine organizama	Genetika - gen, DNA i kromosomi
NB4-3	Nasljeđivanje na razini organizama	Primijeniti zakone nasljeđivanja na konkretnim zadacima uz objašnjenja Mendelovih zakona	Genetika - nasljeđivanje po Mednelu
NB4-12b	Znanstvena metodologija	Analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja	Regulacija aktivnosti gena

Prema konceptualnoj podjeli najviše komentiranih pitanja pripada u koncept Znanstvena metodologija, koji je, iako izuzetno važan, do sada zanemaren koncept u razvoju biološke pismenosti učenika. Pitanje za prvi razred vezano uz ovaj koncept bilo je prilično usmjereno na reproduktivno znanje pa je između ostalog traženo od učenika da navedu definiciju nezavisne varijable, a za provjeru tog koncepta iznimno je važno provjeriti konceptualno razumijevanje ili barem primjenu znanja. Pitanja su uglavnom vezana uz čitanje podataka iz grafičkih prikaza te rješavanje problema temeljem analize teksta. To bi se u budućnosti trebalo promijeniti prema rješavanju problema uz dodatne informacije u uvodnom tekstu zadatka, a koje su neophodne za nadopunu osnovnog znanja usvojenog tijekom učenja u školi. Ograničavajući čimbenik u pripremi zadataka je i usmjerenost kataloga natjecanja na Nastavni program koji je izrazito sadržajno orijentiran (tablica 2). Daljnjom analizom napravljena je procjena kvalitete odabranih pitanja (tablica 3), pri čemu se većom kvalitetom izdvajaju pitanja 4-3 i 4-12b za 4. razred.

Tablica 3 Opisnice procjene kvalitete pitanja i njihova riješenost za odabrana pitanja u pisanim provjerama sa županijskog natjecanja iz biologije za učenike srednjih škola 2015. godine

PITANJE	KOGNITIVNA RAZINA	PROCJENA TEŽINE	PROCJENA RIJEŠENOSTI (%)	RIJEŠENOST (%)	Važnost pitanja	Utjecaj pitanja na odgovor	Kvaliteta pitanja
NB1-2	II	2	40	8	1,50	2,10	1,80
NB2-6	I	1	30	51	1,50	1,80	1,80
NB2-13b	II	2	30	68	2,48	2,10	2,10
NB3-20b	II	2	40	15	2,25	1,80	1,80
NB4-1	I	2	50	16	1,80	2,40	1,80
NB4-3	II	3	40	4	1,95	2,10	2,70
NB4-12b	II	2	50	44	2,25	1,80	2,70

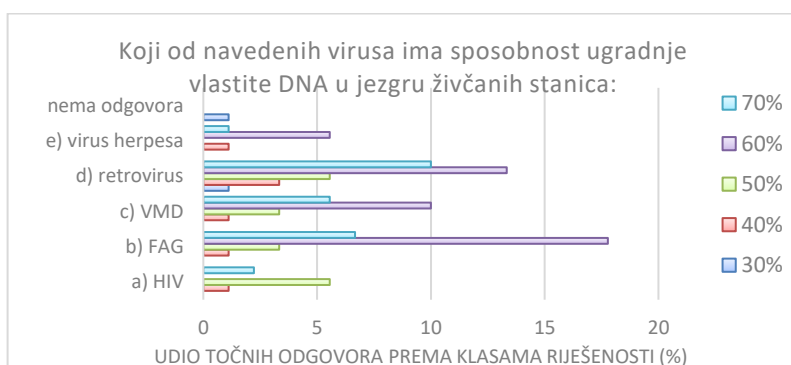
Iz provjere za 1. razred izabrano je pitanje NB1-2 zbog manje riješenosti od one procijenjene.

PITANJE NB1-2

Koji od navedenih virusa ima sposobnost ugradnje vlastite DNA u jezgru živčanih stanica?

- a) HIV
- b) FAG
- c) VMD
- d) retrovirus
- e) virus herpesa (T)

Nastavni sadržaj se obrađuje pod cjelinom *Stanica – otkriće, raznolikost i građa (virusi)*. Procjena riješenosti je 40 %, ali srednje teško pitanje koje traži primjenu znanja uspješno je riješilo samo 8 % učenika (tablica 3). Od svih distraktora najbolji je bio distraktor *d)* koji je zaokružilo 33 % učenika, a samo 1 % učenika nije odabralo odgovor na pitanje. Odgovor *e)* koji je ujedno i točan zaokružilo je 7,8 % učenika (slika 4).



Slika 4 Analiza odgovora uz pitanje NB1-2 za 1. razred

Pitanje je važno za struku, ali se do odgovora moglo doći eliminacijom ponuđenih odgovora, a uzrok maloj riješenosti može biti i korištenje kratica u nazivu virusa. Učenici šeste klase dali su najviše netočnih odgovora, a slijede ih učenici iz sedme i pete klase što ukazuje da pitanje nije dobro jer na njega točno ne odgovaraju najuspješniji učenici. S obzirom na odabir točnog ili netočnog odgovora nije utvrđena statistički značajna razlika između učenika različitih klasa uspješnosti ($\chi^2=2,137$; $p=0,711$; $df=4$), što upućuje na probleme vezane uz rješavanje ovog pitanja. Na probleme pri zapamćivanju ili pri učenju ukazuju veliki postoci odabira distraktora *b)*, *c)* i *d)* u svim klasama riješenosti (slika 4). Moguće objašnjenje je i eventualni propust pri poučavanju, odnosno da se virus herpesa uglavnom veže na najčešći vidljivi oblik, dok se zanemaruju drugi oblici ovog virusa koji mogu imati teže posljedice za zdravlje. Moguće je da je pitanje tako loše riješeno jer se točan odgovor jako ističe pa su učenici mislili da je u pitanju skrivena zamka, a takva pitanja svakako ne trebaju biti dio pisanih provjera, jer ne prikazuju stvarno znanje učenika. Pitanja NB2-6 i NB2-13b izdvojena su iz provjere za 2. razred zbog bolje postotne riješenosti od procijenjene. Pitanje NB2-6 također je izdvojeno zbog distraktora nejednake

težine što smanjuje kvalitetu pitanja. Pitanje NB2-13b izdvojeno je i zbog konceptualnog nerazumijevanja kao posljedice čitanja uvodnog teksta, distraktora opterećenih nazivima i problema pri interpretaciji podataka iz loše predstavljenog grafičkog prikaza.

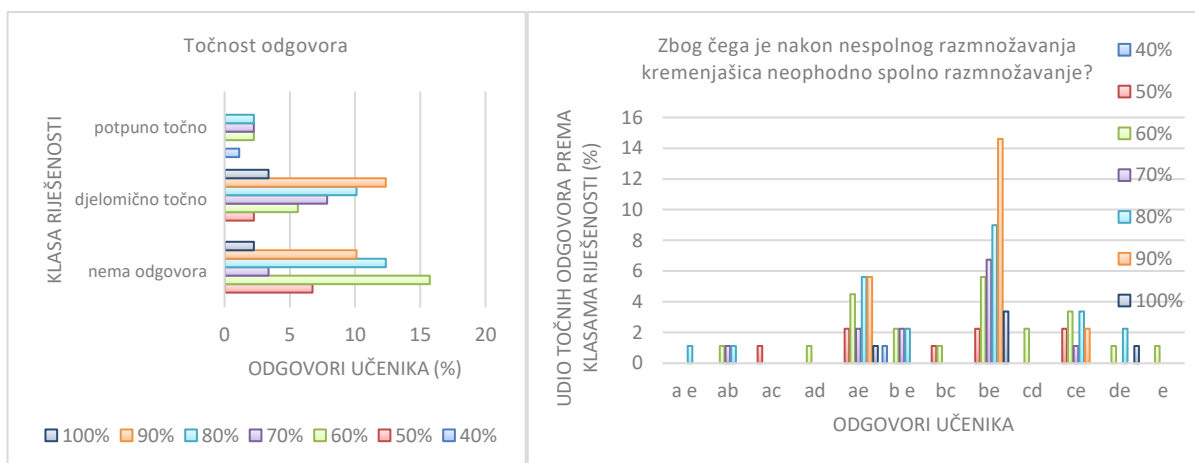
PITANJE NB2-6

Zbog čega je nakon nespornog razmnožavanja kremenjašica neophodno spolno razmnožavanje?

- a) Stanice nastale diobom nadoknade samo epiteku.
- b) **Stanice nastale diobom nadoknade samo hipoteku. (T)**
- c) Stanice nastale diobom ne nadoknađuju ljušturice.
- d) Dio stanica nastalih diobom postaje sve veći.
- e) **Iz zigote se razvije stanica početne veličine. (T)**

Teško pitanje višestrukog izbora s dva točna odgovora provjerava primjenu znanja vezanog za kremenjašice. Na pitanje je uspješno odgovorilo 49 % učenika, a procjena je bila 30 %. Cjelina pod kojom se obrađuje nastavni sadržaj je Carstvo protoktista - kremenjašice (*Daitomeae*). Pitanje je važno za struku, a na odgovor učenika najviše utječe razumijevanje pitanja i ponuđenih odgovora te dodatno učenje, odnosno podrška nastavnika pri poučavanju.

Od distraktora najbolji je distraktor a) koji je zaokružilo 14 % učenika. Zabrinjava činjenica da je distraktor c) zaokružilo 9 % učenika i to pokazuje da ti učenici ne razumiju princip na kojem se temelji razmnožavanje kremenjašica. Točan odgovor e) zaokružilo je najviše učenika, njih 45 % s obzirom da je u odgovoru korišten naziv vezan za spolno razmnožavanje (*zigota*). Odgovor b) zaokružilo je 26 % učenika i to su učenici koji uspješno reproduciraju naučene nastavne sadržaje. Težina pitanja leži u logičkom zaključivanju koji dio ljušturice kremenjašica se nadoknađuje diobom. Učenici trebaju znati da je ljušturica izgrađena od dva dijela koja se slažu na principu „kutija – poklopac“. Ovo pitanje je izdvojeno jer je dobar primjer na kojem se može pokazati kako nekvalitetni ponuđeni distraktori mogu utjecati na uspješnost rješavanja pitanja. Nekvalitetni distraktori sugeriraju na točan odgovor pa tako utječu na uspješnost rješavanja, odnosno postotak riješenosti ne odgovara stvarnom znanju učenika. I najuspješniji učenici nisu bili sigurni u nazivima epiteka i hipoteka (slika 5), a zbunio ih je i besmisleni distraktor ponuđen pod c).



Slika 5 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB2-6 za 2. razred

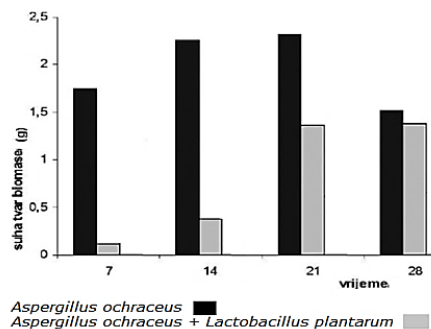
Uz točnost odgovora prema klasama nije utvrđena statistički značajna razlika ($\chi^2=7,580$; $p=0,270$; $df=6$) što potvrđuje da na pitanje pogrešno odgovaraju učenici u svim klasama u podjednakom omjeru. Zanimljivo je da učenici najslabije klase uspješnosti koji postižu od 31 % do 40 % bodova na ukupnoj

provjeri daju točan odgovor na ovo pitanje te se time potvrđuje da ovaj zadatak ne odjeljuje uspješne od neuspješnih učenika te da uz njegovo rješavanje postoji problem.

Da su distraktori, ali i jedan od točnih odgovora bili bolje koncipirani te da je uz pitanje ponuđena odgovarajuće označena slika i uz izostanak provjere naziva epiteka i hipoteka, pitanje bi dobilo na kvaliteti.

NB2-13b

Radi prevencije razvoja toksičnih plijesni na suhomesnatim proizvodima znanstvenici su istraživali učinak bakterije mliječne kiseline *Lactobacillus plantarum* na rast plijesni *Aspergillus ochraceus* (izolirane iz domaćeg slavonskog kulena). Istraživanje rasta ove plijesni provedeno je na tekućim hranjivim podlogama. Kultura istraživane plijesni naciepljena je na hranjivu podlogu 1 (glukozni agar), a na hranjivu podlogu 2 uz plijesan dodane su bakterijske stanice *Lactobacillus plantarum*. Obje podloge inkubirane su tijekom 28 dana na 28 °C. Dijagram prikazuje odnose biomasa čiste kulture plijesni i miješane kulture plijesni i mliječne bakterije.



b) Zašto brojnost (biomasa) plijesni na hranjivoj podlozi 1 opada s vremenom?

Očekivani odgovor: Brojnost plijesni opada s vremenom zbog smanjenja (potrošnje) hranjivih tvari u podlozi.

Srednje teško pitanje otvorenog tipa NB2-13b na kojem su učenici trebali prikazati razumijevanje svojim riječima u kratkom odgovoru, bolje je i veće je važnosti (tablica 3). U kategoriji važnosti pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti pitanje je važno u svim segmentima, a na odgovor učenika jedino utječe mogućnost odgovora na osnovu logičkog razmišljanja. Pitanja potaknuta sličnim idejama većinom bi trebala biti zastupljena u pisanim provjerama, jer potiču učenike na primjenu kritičkog mišljenja uz prikaz konceptualnog razumijevanja što je iskazano u ostalim potpitanjima ovog zadatka, a u kojima se traži učenike da objasne djelovanje bakterija na rast plijesni te razloge manjeg kvarenja mesnih prerađevina primjenom rezultata ovog pokusa.

Pitanje bi bilo mnogo kvalitetnije da se tražilo objašnjenje zašto je biomasa plijesni na podlozi 2 manja u odnosu na podlogu 1, jer za ovako postavljeno pitanje grafički prikaz nije bio niti potreban, s obzirom da u zadatku piše da brojnost opada. Grafički prikaz je zbunjujući jer nije dobro označeno da se pod vrijeme misli na dane te da su crno rezultati na podlozi 1, a sivo na podlozi 2. Pitanje NB2-13b je najbolje riješeno od svih pitanja koja su zahtijevala kratki odgovor učenika, što potvrđuje veliku spretnost učenika i pri rješavanju pitanja koja nisu najbolje pripremljena.

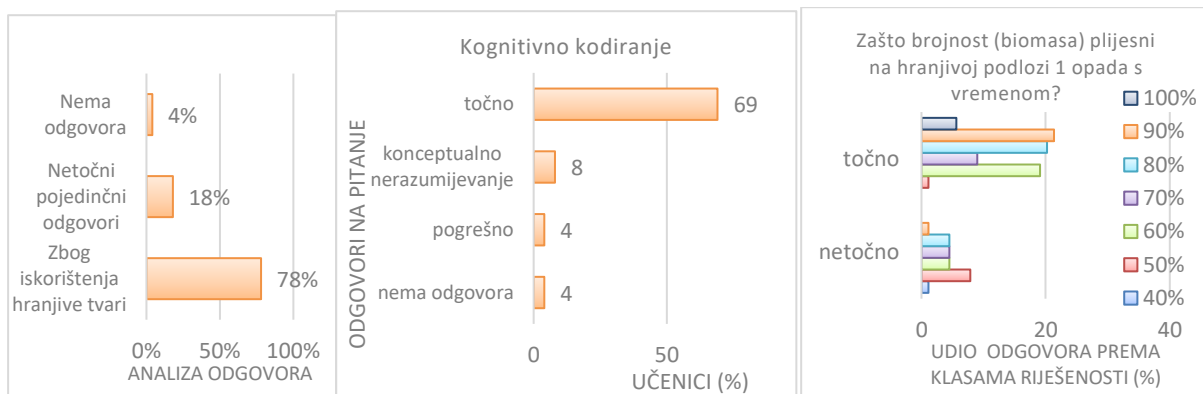
Tablica 4 sadrži tri kognitivne kategorije kvalitete odgovora uz najčešće točne i netočne odgovore, te odgovore koji sadrže konceptualno nerazumijevanje zabilježeno kod 8 % učeničkih odgovora (slika 6).

Tablica 4 Procjene kognitivnog značaja odgovora (razvrstanih u 3 kategorije kognitivne kvalitete odgovora: 0 - nema odgovora. 1 – pogrešno. 2 – konceptualno nerazumijevanje. 3 – točno) u pitanju NB2-13b

KOD	ODGOVOR
3	Zbog toga što se hranjiva podloga maksimalno iskoristila te zbog nedostatka hranjivih tvari biomasa opada s vremenom.
2	Zato što bakterija proizvodi tvari koje sprječavaju rast plijesni i negativno djeluju na njih.
1	Zbog vanjskih utjecaja i okoliša.
1	Zbog nedostatka hrane i kisika.
1	Bakterija se hrani s plijesni.
1	Zato što joj ponestaje vode za razvoj
0	Nema odgovora

Na pitanje je uspješno odgovorilo 78 % učenika, a procjena je bila 30 %, jer su učenici trebali zaključiti što se događa s plijesni na hranidbenoj podlogu, Na pitanje nije odgovorilo 4 % učenika (slika 6), a najčešći točan odgovor bio je *zbog iskorištenja hranjive tvari* te se podudara s odgovorom koji je predviđen od strane državnog povjerenstva. Netočni odgovori su većinom vezani uz *utjecaj bakterija na plijesni*, to jest *bakterije negativno utječu na plijesni*.

U odgovorima konceptualnog nerazumijevanja vidljivo je da učenici nisu pažljivo pročitali tekst pitanja i uvodni tekst. Najčešći netočni odgovori također pokazuju da učenici nisu razumjeli tekst pitanja i da ne poznaju osnovne činjenice vezane za plijesni, bakterije i uvjete u kojima se uzgajaju kulture stanica. Uz točnost odgovora prema klasama utvrđena je statistički značajna razlika ($\chi^2=27,970$; $p=0,00$; $df=6$) koja potvrđuje bolju diskriminativnost zadatka, jer su uspješni učenici nudili pogrešan odgovor u vrlo malom udjelu koji se povećava prema nižoj klasi uspješnosti te dalje raste, pri čemu niti jedan učenik najslabije klase nije ponudio točan odgovor (slika 6).



Slika 6 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB2-13b za 2. razred

Pitanje NB3-20b izabrano je iz pisane provjere za 3. razred zbog manje riješenost od one procijenjene. Cijelo pitanje je interdisciplinarnog karaktera i povezano je s kemijom i fizikom. Riješenost ovog pitanja pokazuje da učenici imaju problema s pitanjima interdisciplinarnog karaktera, jer ne povezuju sadržaje STEM područja.

PITANJE NB3-20b

b) Izračunaj omjer oplošja i volumena tih stanica (ako pretpostavimo da se radi o stanicama oblika kugle) te objasni važnost omjera oplošja i volumena za te stanice, ako bi se promjer te stanice udvostručio.

Očekivani odgovor:

$d = 8 \mu m$ ($r = 4 \mu m$)

$O : V = ?$

$O = 4 \pi r^2$

$O = 4 \times 3,14 \times 16 \mu m^2$

$O = 200,96 \mu m^2$

$V = \frac{4}{3} \pi r^3$

$V = \frac{4}{3} \times 64 \mu m^3 \times 3,14$

$V = 267,95 \mu m^3$

$O : V = 200,96 : 267,95 / : 267,95$

$O : V = 0,75 : 1$

$O = 4 \pi r^2$

$O = 4 \times 3,14 \times 64 \mu m^2$

$O = 803,84 \mu m^2$

$V = \frac{4}{3} \pi r^3$

$V = \frac{4}{3} \times 512 \mu m^3 \times 3,14$

$V = 2143,57 \mu m^3$

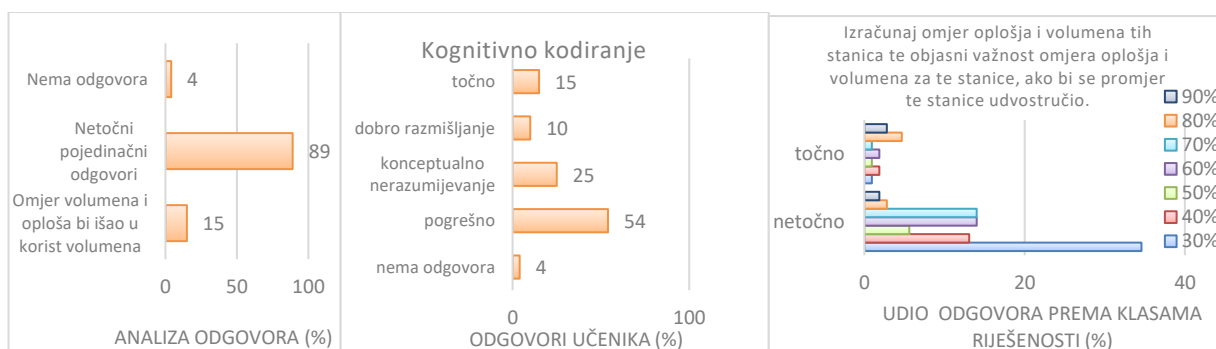
$O : V = 803,84 : 2143,57 / : 2143,57$

$O : V = 0,375 : 1$

Obrazloženje: Što je stanica većeg volumena ima veću potrebu za izmjenom tvari i plinova pa mora biti veća i površina izmjene. Omjer oplošja i volumena rastom stanica mijenja se u korist volumena, tj. smanjuje se površina, a samim tim izmjena tvari s okolinom. Vidljivo iz gornjeg računa je da oplošje stanice većeg promjera ima manju površinu izmjene u odnosu na volumen stanice.

Pitanje čine dvije čestice koje su samo tematski povezane uz krvne stanice, a ovo potpitanje otvorenog tipa srednje je težine, a očekuje se od učenika da sami izračunaju i obrazlože dobiveni rezultat uz prikaz konceptualnog razumijevanja odnosa površine i volumena kod živih bića. U prvom dijelu zadatka učenici primjenjuju vještine stečene u matematici, a u drugome vještine zaključivanja i razumijevanja dobivenih podataka u biološkom kontekstu. Potpitanje je vezano uz potpitanje 20a, to jest u njemu se nalazi podatak da je promjer eritrocita 8 μm . Ovaj podatak učenici moraju koristiti iz prethodnog zadatka kako bi uspješno riješili prvi dio zadatka i izračunali omjer oplošja i volumena eritrocita te su na osnovi izračuna dali objašnjenje. Nije dobro zadatke vezati jedan na drugi i pripremati na način da točan odgovor iz jednog pitanja, čestice ili potpitanja utječe na riješenost drugog zadatka. Pitanje je važno za struku, srednje važno za život te potiče učenika na korištenje kritičkog razmišljanja i primjenu algoritama. Pitanje u svim segmentima srednje utječe na odgovor učenika.

Procjena točnosti pitanja bila je 40 %, ali pitanje je uspješno riješilo 15 % učenika, a samo 4 % učenika nije dalo odgovor (slika 7).



Slika 7 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB3-20b za 3. razred

U tablici 5 nalaze se najčešći točni i netočni odgovori, odgovori koji sadrže konceptualno nerazumijevanje te odgovori koji pokazuju dobro razmišljanje učenika.

Tablica 5 Procjene kognitivnog značaja odgovora (razvrstanih u 4 kategorije kognitivne kvalitete odgovora: 0 - nema odgovora. 1 – pogrešno. 2 – konceptualno nerazumijevanje. 3-dobro razmišljanje 4 – točno) u pitanju NB3-20b

KOD	ODGOVOR
4	O:V= 0,75/1 μm ; Ako bi se promjer stanice udvostručio. omjer oplošja i volumena bi bio manji
3	O/V= 3:4. Ako bi se povećao promjer, površina za prijenos hranjivih tvari nije dovoljna za zadovoljavanje staničnih potreba i to bi dovelo do stanične smrti
2	Stanice bi trebale imati veće oplošje od volumena kako bi mogle bolje prikupljati kisik. Ukoliko dođe do povećanja promjera stanica će slabije moći prikupljati kisik jer će joj se povećati volumen u odnosu na oplošje.
1	Ako bi se promjer te stanice udvostručio, omjeri svejedno ostaju jednaki tj. volumen i oplošje se proporcionalno povećavaju.
1	Pravilan omjer oplošja i volumena eritrocita je bitan jer ako se promjer te stanice udvostruči dolazi do bubrenja i pucanja eritrocita.
0	Nema odgovora

U 25 % učeničkih odgovora (slika 7) vidljivo je da učenici ne razumiju vezu između volumena i oplošja te što bi promjena omjera oplošja i volumena značila za stanicu/organizam. U 10 % učeničkih odgovora uočeno je dobro razmišljanje, ali i nedostatak vještine interpretacije da prenesu svoje razmišljanje na ispravan način. Uz točnost odgovora prema klasama utvrđena je statistički značajna razlika ($\chi^2=29,362$; $p=0,00$; $df=6$) koja potvrđuje slabu diskriminativnost zadatka, a koja se može povezati s matematičkom predispozicijom za rješavanje zadatka, jer su uspješno riješili zadatak učenici iz svih klasa. Ipak učenici koji postižu 71 % do 90 % ukupno ostvarenih bodova na cijeloj provjeri, rješavaju ovaj zadatak u većem postotku (60 %) u odnosu na druge klase (3 % - 15 %).

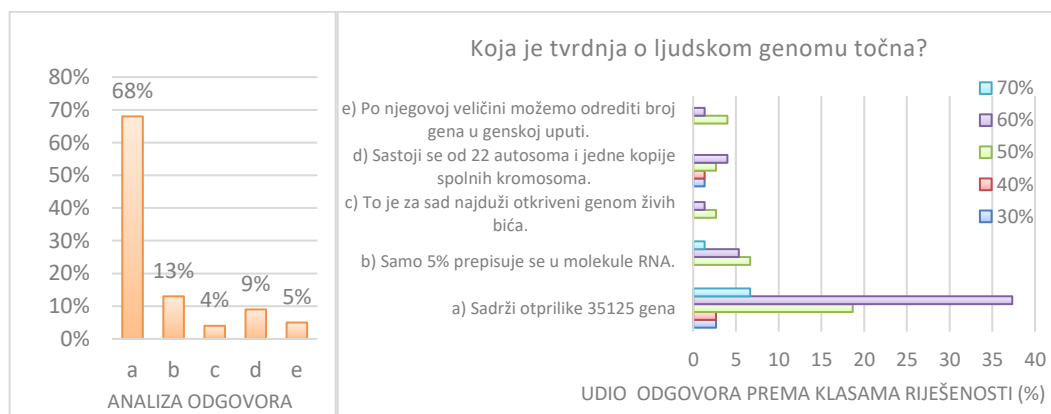
Pitanja NB4-1, NB4-3, NB4-12b izdvojena su iz provjere za 4. razred zbog manjeg postotka riješenosti od predviđenog, korištenja manje značajnih informacija pri izradi distraktora te uočenih miskoncepcija i konceptualnog nerazumijevanja. Pitanje NB4-1 i NB4-3 su vezana za genetiku i jasno se uočava da je to gradivo učenicima teško i nerazumljivo. Mnogi učenici nastavne sadržaje genetike uče površno i bez razumijevanja, a uočene su i miskoncepcije koje se protežu još iz osnovne škole, ali i prvog razreda srednje škole vezane za građu gena, kromosoma i kromatida. Pitanje NB4-12b izdvojeno je zbog konceptualnog nerazumijevanja čitanja podataka iz grafičkog prikaza. To je posljedica nedovoljne primjene istraživački usmjerene nastave ili primjera problemskih zadataka s grafičkim prikazom te što se ne posvećuje odgovarajuća pažnja točnoj interpretaciji podataka prikazanih grafičkim prikazom.

PITANJE NB4-1

Koja je tvrdnja o ljudskom genomu točna?

- a) Sadrži otprilike 35125 gena
- b) Samo 5% prepisuje se u molekule RNA.
- c) To je za sad najduži otkriveni genom živih bića.
- d) Sastoji se od 22 autosoma i jedne kopije spolnih kromosoma. (T)**
- e) Po njegovoj veličini možemo odrediti broj gena u genskoj uputi.

Srednje teško reproduktivno pitanje višestrukog izbora s jednim točnom odgovorom jače utječe na odgovor učenika (tablica 3). Procjena riješenosti pitanja je 50 %, ali pitanje je uspješno riješilo samo 9 % učenika (slika 8). Uzrok loše riješenosti ovog pitanja je učenička nepažnja prilikom čitanja ponuđenih odgovora, to jest drugi dio točnog odgovora (jedne kopije spolnih kromosoma) je izrečen na drukčiji način od uobičajenog tumačenja pri poučavanju i učenici su ga odmah isključili. Ovo pitanje pokazuje kako promjena jedne riječi u pitanju utječe na riješenost pitanja. Da je umjesto *kopije kromosoma* pisalo *jednog gonosoma (spolnog kromosoma)*, riješenost bi zasigurno bila bolja. S obzirom da u ovom slučaju primjena znanja uključuje samo pronalazak točnog odgovora, a distraktori a) i c) imaju karakter odgovora dodatne informacije i detalja koji se temelji na memoriranju, nije neobično da je manji broj učenika točno riješio zadatak. Najbolji distraktor u ovom pitanju je odgovor a) kojega je odabralo 68 % učenika. Učenici su izabrali ovaj odgovor jer im je ponuđen broj, a budući da im niti jedan drugi odgovor nije bio privlačan, njega su odabrali vodeći se iskustvom stečenim na pisanim provjerama u prošlim natjecanjima. Distraktor c) je zaokružilo samo 4 % učenika i njega treba promijeniti (slika 8).



Slika 8 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB4-1 za 4. razred

Prema klasama uspješnosti (slika 8) utvrđena je statistički značajna razlika ($\chi^2=10,658$; $p=0,031$; $df=4$) koja potvrđuje upitnu vrijednost zadatka, jer su ga točno riješili malobrojni učenici iz svih klasa

uspješnosti, pri čemu ga nije točno riješio niti jedan od najuspješnijih učenika u rješavanju svih zadataka pisane provjere.

PITANJE NB4-3

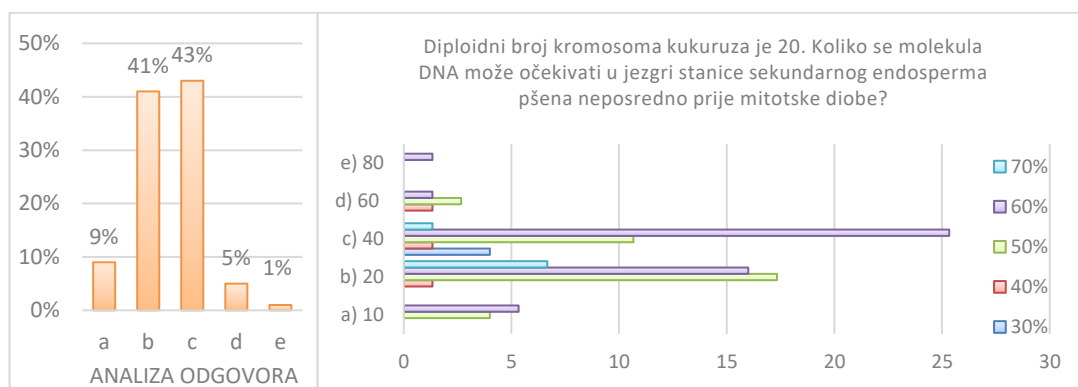
Diploidni broj kromosoma kukuruza je 20. Koliko se molekula DNA može očekivati u jezgri stanice sekundarnog endosperma pšena neposredno prije mitotske diobe?

- a) 10
- b) 20
- c) 40
- d) 60 (T)**
- e) 80

Teško pitanje višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom dobre je kvalitete (tablica 3), a provjerava primjenu znanja učenika. Važno je za struku, a ni u jednom elementu ne utječe na odgovor učenika. Procjena točnosti pitanja je 40 %, ali pitanje je uspješno riješilo samo 5 % učenika. Mogući razlog loše riješenosti je da učenici ne znaju primijeniti teoriju na zadatak, jer se ovakav tip zadataka na nastavi rijetko zadaje i rješava.

Distraktori c) (43 %) i b) (41 %) su podjednako zastupljeni u odgovorima učenika (slika 9). To su najčešći odgovori zato jer su učenici udvostručili broj kromosoma i dobili odgovor c), a u odgovoru b) učenici nisu razmišljali da diploidno znači da su kromosomi u parovima. Pogreška je u tome što se gametogeneza kod biljaka odvija na drukčiji način (polenovo zrnce sadrži 2 generativne i 1 vegetativnu jezgru, a sve su haploidne) čemu se poklanja manja važnost pri poučavanju, a time i pri učenju te se životni ciklusi kao i odnos haploidno/diploidno ne povezuju konceptualno.

Prema klasama uspješnosti (slika 9) uz točnost odgovora nije utvrđena statistički značajna razlika ($\chi^2=5,959$; $p=0,202$; $df=4$) koja potvrđuje postojanje problema, jer zadatak rješava vrlo mali broj učenika neovisno o klasi uspješnosti, pri čemu niti jedan od najuspješnijih učenika nije ponudio točan odgovor (slika 9).

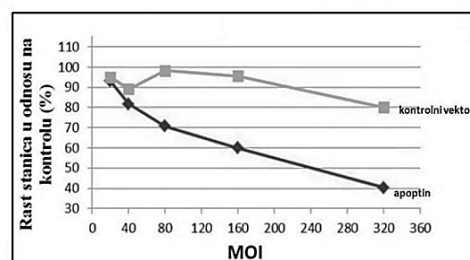


Slika 9 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB4-3 za 4. razred

PITANJE NB4-12b

Apoptin je virusni protein koji izaziva apoptozu u ljudskim tumorskim stanicama. Za uspješan unos gena za apoptin u tumorsku stanicu može se kao vektor koristiti adenovirus. Na donjem grafu prikazana je ovisnost rasta tumorskih stanica pluća o multiplicitetu infekcije adenovirusom (MOI) u ljudi.

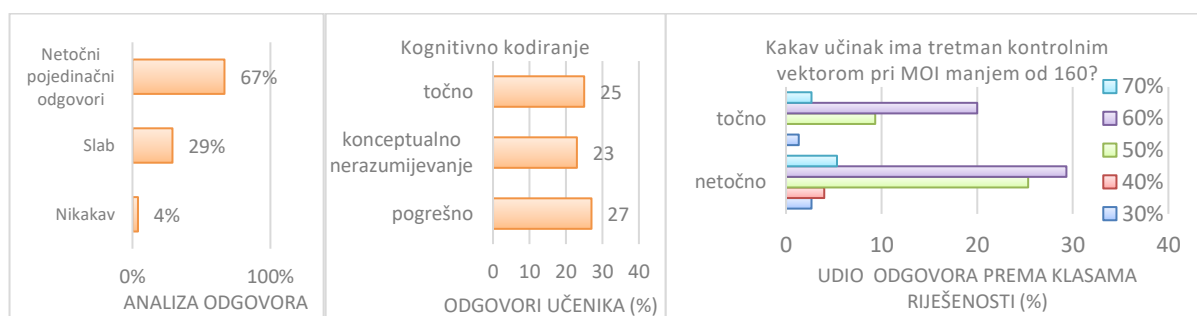
b) Kakav učinak ima tretman kontrolnim vektorom pri MOI manjem od 160?



Očekivani odgovor: Tretman kontrolnim vektorom MOI nema nikakav učinak (ne djeluje) pri vrijednostima manjim od 160.

Srednje teško, kvalitetom dobro pitanje otvorenog je tipa na koje se odgovara objašnjenjem ili jednom riječi s obzirom na uvodni tekst i priloženi grafički prikaz. Pitanje provjerava primjenu čitanja grafičkog prikaza u najnižem obuhvatu. Pitanje je važno za struku i propisani program, a na bolju riješenost pitanja utječe razumijevanje i logičko zaključivanje učenika.

Najčešći priznati točan odgovor od strane nastavnika bio je: *učinak je slab*, a da se taj odgovor nije priznavao kao točan, točnost pitanja bi bila 4 %, jer je samo toliko učenika odgovorilo da *nema nikakvog utjecaja* (slika 10). Pitanje je točno riješilo samo 33.3 % učenika, a procjena riješenosti je bila 50 %. Tako slaba riješenost vjerojatno je posljedica nerazumijevanju čitanja uvodnog teksta i grafičkog prikaza te pokazuje da učenicima treba više praktičnog rada i vježbanje rješavanja zadataka u kojima se nalaze grafički prikazi, a autori zadataka trebaju paziti da se u uvodnom tekstu koriste nužne informacije opisane i prikazane učenicima prihvatljivim rječnikom. No s obzirom da je ovo pitanje za natjecanje učenika 4. razreda gimnazije, za potrebe dijagnosticiranja izuzetno uspješnih učenika prihvatljiv je pristup korišten u pripremi ovog zadatka.



Slika 10 Analiza odgovora i točnosti pitanja NB4-12b

Svojim odgovorima je 23 % učenika pokazalo da konceptualno ne razumiju zadatak (slika 10). Ti učenici posjeduju vještinu čitanja grafičkog prikaza, ali ne posjeduju vještinu interpretacije. 27 % učenika je dalo krivi odgovor koji uopće nije povezan sa stanjem koje opisuje grafički prikaz. Ovi učenici ne posjeduju vještinu čitanja i objašnjavanja grafičkog prikaza, već žele ponuditi odgovor kako su navikli pretražujući i nudeći donekle suvisao odgovor iz svoje memorije. Samo 25 % učenika je točno protumačilo grafički prikaz, ali i među njima postoji razlika u vještini interpretacije, vjerojatno utjecana iskustvom primjene pri rješavanju sličnih zadataka tijekom nastave. Točnost odgovora prema klasama ne upućuje na statistički značajnu razliku ($\chi^2=3,078$; $p=0,545$; $df=4$), ukazujući na slabiju mogućnost razlučivanja uspješnih od neuspješnih učenika te na postojanje problema u rješavanju zadatka čak i kod najuspješnijih učenika. Omjeri riješenosti unutar klasa su podjednaki uz manja variranja prema srednjoj riješenosti po klasama od 34 %, a mali broj učenika u slabijim malobrojnim klasama riješenosti (40%) ne remeti sklad odnosa u drugim posebno brojnim klasama (50% i 60%).

Analiza utjecaja iskustva na procjenu kvalitete pitanja

Procjene kvalitete pitanja subjektivnog su karaktera, ali vježbom postaju objektivnije, a uočena su veća odstupanja kod nastavnika s iskustvom u pisanju pitanja za natjecanje (eksperata) i nastavnika koji to iskustvo ne posjeduju. Prema tablici 7 kod procjene riješenosti pitanja uočene su srednje razlike između nastavnika koji posjeduju iskustvo pisanja provjera za natjecanje i nastavnika koji nemaju nikakvo

iskustvo u tim aktivnostima. Razlika između nastavnika bez iskustva u pisanju pitanja za natjecanje također je srednje vrijednosti.

Tablica 6 Srednja vrijednost stručne procjene kvalitete pitanja s obzirom na iskustvo nastavnika u pripremi i procjeni zadataka pisane provjere te korelativna povezanost unutar kategorije procjene ($N_{\text{do 5. g.}} = 5$, $N_{\text{više od 5. g.}} = 3$, $N_{\text{eksperti}} = 2$)

Nastavnici	Pearsonov indeks korelacije (r)		
	do 5 g. i više od 5 g.	do 5 g. i eksperti	više od 5 g. i eksperti
Procjena riješenosti pitanja / %	0,40	0,41	0,36
Težina pitanja	0,78	0,50	0,38
Razina pitanja	0,69	0,60	0,34
A - važnost pitanja za struku	0,51	-0,07	-0,13
B - važnost pitanja za život	0,75	0,52	0,40
C - važnost pitanja za propisani program	0,48	0,00	0,00
D - kritičko mišljenje	0,81	0,10	0,01
E - razumljivost	0,78	0,19	0,19
F - konstrukcija pitanja	0,82	0,17	0,13
G - logičko zaključivanje	0,71	0,42	0,35
H - dodatno učenje	0,83	0,25	0,27

Uočeno je veliko slaganje ($r = 0,79$) procjena mladih nastavnika i nastavnika s duljim radnim stažem te slabo slaganje eksperata i obje grupe nastavnika. Nešto više se podudaraju procjene eksperata i mladih nastavnika, posebno pri procjeni *utjecaja pitanja na odgovor učenika* ($r = 0,27$), iako su i ostale procjene u sličnom odnosu razlika. U usporedbi procjena obiju skupina nastavnika bez iskustva u pripremi zadataka prema odrednicama kvalitete u odnosu na nastavnike koji su eksperti u pripremi zadataka pisane provjere, može se uočiti srednja povezanost za kategorije *utjecaja logičkog zaključivanja* na odgovor učenika te *važnosti pitanja za život*, kao i pri procjeni riješenosti, razine i težine pitanja, a najslabije se mogu povezati procjene *važnosti pitanja za propisani program* te *struku* kod eksperata i nastavnika (tablica 7). Zabilježene razlike u slaganju ukazuju da nastavnici bez iskustva u procjeni kvalitete zadataka, slabije procjenjuju *važnost pitanja za razvoj prirodoslovne pismenosti*, pri čemu su zabilježene manje razlike između mladih nastavnika i eksperata ($M = -0,08 \pm 0,38$) u odnosu na nastavnike s duljim radnim stažem ($M = -0,20 \pm 0,38$). Pri usporedbi procjena eksperta i nastavnika s većim radnim stažem, a bez iskustva u pripremi zadataka, zabilježene su veće razlike i to najviše u kategoriji procjene *važnosti pitanja za razvoj prirodoslovne pismenosti* ($r = 0,11$).

Prema *Fleiss kappa* (κ) vrijednosti (tablica 9) u procjenama vrijednosti za treći i četvrti razred nema nikakvih slaganja kod nastavnika početnika. U prvom razredu slaganje je umjereno, a u drugom značajno. Kod iskusnih nastavnika nema nikakvih slaganja u vrijednostima za drugi, treći i četvrti razred, a za prvi razred slaganja su slaba. Kod iskusnih nastavnika i nastavnika početnika vrijednosti se najviše podudaraju u četvrtom razredu.

Tablica 7 Fleiss kappa (κ) vrijednosti slaganja procjena prema iskustvu

Kappa (κ)	1.G	2.G	3.G	4.G
Početnici	0,49	0,63	0,14	0,07
Iskusni	0,25	0,13	-0,09	0,02

Analiza utjecaja pojedinog elementa procjene Spearmanovim indeksom korelacije (ρ) ukazuje da najveći utjecaj na *Fleiss kappa* (κ) vrijednosti slaganja procjena prema iskustvu ima kategorija utjecaj pitanja na odgovor (tablica 12). Kod početnika i iskusnih nastavnika uočava se da što je pitanje manjeg utjecaja neslaganje je veće, a kod eksperta kad je pitanje s manjim utjecajem na odgovor tada su slaganja u procjeni veća. Pošto je eksperata bilo samo dvoje, ostvareno je umjereno do značajno slaganje (tablica

9) što potvrđuje ipak prisutne manje razlike u procjenama te ističe potrebu uključivanja većeg broja i iskusnih nastavnika pri procjeni kvalitete pitanja kako bi se povećala pouzdanost procjene.

Tablica 8 Spearmanov indeks korelacije (ρ) Fleiss Kappa koeficijenta (κ) kao mjere međusobnog podudaranja stručne procjene kvalitete pitanja nastavnika s obzirom na njihovo iskustvo i pripremi i procjeni zadataka te elemenata procjene

Indeks korelacije (ρ)	Počtnici (κ)	Duže radno iskustvo (κ)	Eksperti (κ)
Počtnici (κ)	1		
Duže radno iskustvo (κ)	0,75	1	
Eksperti (κ)	-0,74	-0,50	1
Težina pitanja	-0,96	-0,79	0,53
Razina pitanja	0,05	0,25	-0,64
Prirodoslovna pismenost (PP)	-0,33	-0,31	-0,39
Utjecaj pitanja na odgovor (U)	-0,98	-0,86	0,74
Kvaliteta pitanja	-0,66	-0,59	-0,02

RASPRAVA

Nakon dobivenih rezultata analiziranih pitanja nameće se pitanje na što ona ukazuju o pisanim provjerama za Županijska natjecanja i o znanju naših učenika. Prije nego se krene u raspravu treba uzeti u obzir da je u analizi pitanja individualno sudjelovalo deset profesora s različitim radnim stažem i iskustvom u pisanju pitanja te da učenici koji sudjeluju na natjecanjima pripadaju u skupinu nadprosječno uspješnih ili nadarenih učenika koji su ostvarili 20 % najboljih rezultata unutar svojih županija.

Najviše učenika iz trećeg razreda sudjelovalo je na natjecanju iz biologije, a najmanje iz četvrtog razreda, dok je prema spolu sudjelovalo više djevojčica od dječaka. Prema Garašić (2012) to je očekivano, jer se interes djevojčica za nastavu biologije naglo povećava u sedmom razredu osnovne škole i nastavlja dalje kroz srednju školu, dok se interes kod dječaka za biologiju gubi tijekom školovanja. Allen i Tannera (2002) u svom istraživanju navode da je interes dječaka i djevojčica vezan za ljudsko tijelo, zdravstveni odgoj te modernizaciju i tehnologiju u biologiji podjednak, dok interes dječaka prema zoologiji i botanici opada više nego kod djevojčica. To se može povezati i s rezultatima dobivenima ovim istraživanjem. U trećem i četvrtom razredu ima više dječaka nego u drugom ili prvom razredu. U tim razredima se obrađuju teme koje su njima zanimljivije i bliže. Prema uspješnosti dječaci su bili uspješniji od djevojčica u svim razredima. Najbolja riješenost provjera je bila u drugom, a najlošija u četvrtom razredu. Većina učenika u svim razredima imala je riješenost 58 %. Najviše učenika pripada u šestu klasu riješenosti (raspon od 51 % do 60 %). Najmanje učenika pripada u treću i četvrtu klasu. Iznimka je treći razred u kojem najviše učenika pripada u treću a najmanje u devetu klasu. Lujan i DiCarlo (2006) u svom istraživanju navode da se kvaliteta pisanih provjera očituje u njihovoj riješenosti.

U prethodnim istraživanjima Lukša (2011) navodi da većina učenika koji sudjeluju na natjecanjima ima prosječnu riješenost provjera, a značajne razlike se javljaju u rješavanju pitanja treće kognitivne razine, jer će ih samo najuspješniji učenici uspjati riješiti što potvrđuju rezultati i ovog istraživanja, ako se uzmu u obzir teži zadaci koji provjeravaju konceptualno razumijevanje. Prema PISA projektu (Braš Roth i sur, 2008; 2014) rezultati koji su dobiveni iz prirodoslovne pismenosti pokazuju da hrvatski učenici imaju najbolje rezultate iz pitanja koja su na prvoj razini, a u pitanjima koja traže rješavanje problema naši učenici nalaze se na začelju. Rezultati dobiveni PISA projektom (Braš Roth i sur, 2010; 2017) podudaraju se s rezultatima dobivenim u ovom radu. Čim se zadatak postavi na većoj kognitivnoj razini rezultati su lošiji i uočava se konceptualno nerazumijevanje učenika. Pisane provjere za natjecanja sastavljene su u skladu s naputcima (Radanović i sur, 2013), osim što u trećem razredu nema zastupljene treće kognitivne razine. To je posljedica izostanka metodičke recenzije pitanja od strane eksperata u pripremi zadataka

na nacionalnoj razini, jer autori kao i većina neiskusnih nastavnika razine određuju na osnovu individualnog iskustva rada s učenicima. Lukša (2011) ističe da najčešće dolazi do razlika u određivanju pitanja prve i druge kognitivne razine, jer profesori često pitanje zbog određene težine svrstavaju u veću kognitivnu razinu iako ono provjerava čistu reprodukciju. To se najbolje može uočiti u provjerama za županijsko natjecanje i državnu maturu. Ovaj problem nije zamijećen samo kod hrvatskih nastavnika, jer su o njemu pisali i drugi autori poput Allen i Tannera (2002). Lukša (2011) i Garašić (2012) predlažu da se u nastavu treba uvodi više problemskih zadataka koji se temelje na razvoju vještina i stvaranju kritičkog mišljenja. Također Lujan i DiCarlo (2006) ističu da aktivno sudjelovanje učenika u nastavi i njihova uključenost u proces učenja rezultira konceptualnim razumijevanjem i primjenom znanja koja im ostaju kao trajna znanja, dok je reproduktivno znanje podložno kratkoročnom pamćenju i brzom zaboravljanju.

Od odabranih pitanja četiri je pitanja višestrukog izbora s jednim ili dva točna odgovora. Higham i Arnold (2007) smatraju da se u ovakvim pitanjima može doći do odgovora na temelju eliminacije distraktora i logičkog razmišljanja. Također, učenici u ovakvom tipu zadataka u većoj mjeri pogađaju točne odgovore nego što se oslanjaju na vlastito znanje. Bez obzira na nedostatke, ovaj tip pitanja je vrlo koristan za pisane provjere znanja, jer provjerava veliki broj učenika u malom vremenskom roku, izbor točnog odgovora sveden je na 25 % te se odgovori lagano analiziraju (Garašić, 2012). Pitanja višestrukog izbora s dva točna odgovora pri tome su slabije kvalitete i vrlo često su prema ponuđenim odgovorima nehomogena te u analizi odgovora ne pružaju stvarnu sliku o kvaliteti razumijevanja učenika o ispitivanim konceptima. Četiri analizirana pitanja su otvorenog tipa i zahtijevaju učenički odgovor na temelju analize uvodnog teksta ili grafičkog prikaza, a autori su u njihovu sastavljanju na osnovu procijenjene kvalitete uspješniji u odnosu na sastavljanje ostalih tipova pitanja u pisanim provjerama znanja na natjecanju iz biologije.

Prilikom unošenja učeničkih odgovora za obradu podataka uočena je sličnost između odgovora učenika koji dolaze iz iste županije, što je možda produkt prepisivanja. Također učenici se pripremaju za natjecanje i otprilike znaju kakva pitanja otvorenog tipa mogu očekivati na temelju prijašnjih iskustva u natjecanju te pitanja iz prethodnih godina natjecanja za pojedini razred pa više vježbaju rješavanje pitanja takvog tipa. Barksdale-Ladd i Thomas (2000) naglašavaju važnost pripreme i poznavanja načina provjeravanja te je zbog toga učenicima potrebno predstaviti tipove pitanja/zadataka kakvi će se primjenjivati u natjecanju. Pitanja otvorenog tipa većinom se sastoje od uvodnog teksta kojeg učenici površno pročitaju ili ne razumiju, a to pridonosi većem postotku netočnih odgovora. Isti problem su uočile Garašić (2012) i Lukša (2011) u svojim istraživanjima te navode da uvodni tekstovi u pisanim provjerama ne bi trebali biti predugački niti sadržavati informacije i riječi nepotrebne za rješavanje zadatka. U prilog tome ide i istraživanje PISA projekta u kojem je vidljivo da je slaba rješivost pitanja posljedica poteškoća u čitanju, razumijevanju pročitano i na kraju interpretaciji odgovora (Braš-Roth i sur, 2008).

Na kvalitetu najslabije riješenih pitanja veliki utjecaj imaju kategorije utjecaja na rješavanje pitanja kao i važnost pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti, a najveći utjecaj ima važnost pitanja za struku. Pitanja najbolje kvalitete pokazuju vrlo veliku povezanost s kategorijom važnosti pitanja za poticanje prirodoslovne pismenosti kod učenika i svim njenim elementima procjene izuzev srednje povezanosti s poticanjem kritičkog mišljenja, što ukazuje da najkvalitetniji zadaci još nedovoljno potiču učenike u razmišljanju i konceptualnom povezivanju. Kod takvih pitanja veću pažnju treba usmjeriti na oblikovanje i razumljivost pitanja (Braš Roth i sur, 2008) te smanjiti utjecaj samo logičkog razmišljanja učenika bez

stvarne primjene znanja, čime će se omogućiti da učenici pri rješavanju zadataka kritički promišljaju. Dobro je što autori nastoje da takva pitanja ipak ne budu uvijek učenicima preteška. Obzirom da se radi o natjecanju učenika zabilježen je manji, a prihvatljiv bi bio i srednji utjecaj dodatnog učenja učenika na uspješnost u rješavanju pitanja posebno na državnoj razini natjecanja, ali samo u svrhu konceptualnog proširivanja temeljnog znanja redovne nastave primjenjivog u rješavanju složenijih problemskih situacija predstavljenih u zadacima, a ne opterećivanju učenika memoriranjem dodatnih pojmova. U odnosu na postignutu riješenost zadataka utvrđena je veća povezanost kvalitetnijih pitanja s procjenom riješenosti u odnosu na pitanja slabije kvalitete, što je još jedna potvrda o kvaliteti zadataka. Težina pitanja i kognitivna razina srednje su obrnuto proporcionalno povezane s ostvarenom riješenosti što je i za očekivati, kako bi se provjerom moglo dobro izlučiti najuspješnije učenike. Bolja povezanost kod kvalitetnijih pitanja potvrđuje važnost pripreme pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete, a posebno primjene kritičkog razmišljanja u zadacima provjere konceptualnog razumijevanja.

Miskonceptije su većinom vezane za pitanja koja provjeravaju koncepte unutar ključnog koncepta *molekularno ustrojstvo živih organizama* (molekula DNA, RNA, aminokiseline) i *nasljeđivanje na razini organizma* (gen, kromosomi, mejoza), a konceptualno nerazumijevanje javlja se u zadacima koji su interdisciplinarnog karaktera i zahtijevaju primjenu znanja i vještina iz kemije i fizike. Garašić (2012) i Lukša (2011) također su uočile da najčešće miskonceptije i konceptualno nerazumijevanje nastaje upravo u tipu zadataka koji provjeravaju koncepte vezane za nasljeđivanje. One zaključuju da je to gradivo teško i apstraktno učenicima te ga učenici za provjeru znanja nauče bez razumijevanja. Tome u prilog idu i rezultati prvog i četvrtog razreda, jer je u svim razredima uspješnost u rješavanju ovakvih zadataka ispod prosjeka. Flores i sur. (2003) također napominju kako učenici različite dobi imaju problema s razumijevanjem procesa koji se događaju u stanici, a uključuju pojmove *gen*, *kromosom*, *DNA*, *aminokiseline*, *proteini* i *stanična dioba*. Pitanja NB4-1 te NB4-3 odgovaraju problemu koji uključuje miskonceptije vezane za DNA, aminokiseline, gen i staničnu diobu, a imaju izrazito malu riješenost u odnosu na procijenjenu od strane nastavnika. Nastavnici nisu svjesni što učenici stvarno znaju, a na čemu bi još trebalo poraditi pri čemu se potvrđuje i zaključak Lukša i sur. (2014) da nastavnici imaju tendenciju očekivati bolje rezultate učenika na pitanja za koja smatraju da su važnija. U zadacima NB4-1 (I. razina, težina 2) i NB4-3 (II. razina, težina 3) učenici pokazuju da imaju problema s razumijevanjem genetike i osnove nasljeđivanja. Činjenica je da nastavnici troše veliku količinu vremena na gradivo genetike, jer znaju da je ono teško i zahtjevno za učenike, a sve u cilju uspješne prolaznosti na pisanim provjerama vanjskog vrednovanja (Ristić-Dedić i sur, 2011). Međutim, činjenica je da su rezultati različiti i da usprkos naporima nastavnika postoje grupe učenika koji sve razumiju, kao i oni koji su se totalno pogubili u rješavanju ili nisu ni pokušali zaključivši da je to teško. Knight sa suradnicima (2005) smatra da je razlog uniformni pristup pri poučavanju te predlaže da se nastavi pristupi na drukčiji, to jest vizualni i sistematičniji način. Oni smatraju da bi takav pristup omogućio učenicima da bolje povežu gradivo genetike s karakteristikama organizama. U zadatku NB4-1 uočeno je da je riječ *kopija* bila glavni krivac za veliku netočnost u ovom zadatku, jer se ta riječ ne upotrebljava u nastavi i učenici su odmah eliminirali taj odgovor. U pitanju NB4-3 učenici imaju poteškoća s razumijevanjem gametogeneze kod biljaka. Garašić (2012) napominje da učenici pokazuju jako mali interes za botaniku, jer obiluje velikom količinom informacija i pojmova. To je u ovom pitanju uzrokovalo jako loš rezultat. Učenici nisu obratili pozornost da se radi o *endospermu pšena* i primijenili osnovu vezanu za razvojni ciklus biljaka. Osim toga uočeno je nerazumijevanje pojma *kromosoma*, *kromatida* i *DNA*.

Pitanja NB2-13b i NB4-12b upozoravaju na probleme predugačkog uvodnog teksta koji ne sadrži informacije vezane uz pitanje i poteškoće čitanja podataka iz grafa. U pitanjima za prvi razred zabrinjava činjenica da učenici imaju problema s definiranjem zavisne i nezavisne varijable što je potvrđeno i pri rješavanju zadataka na državnoj maturi (Radanović i sur, 2017b). To dokazuje da u nastavi biologije ima premalo praktičnog rada, izvanučioničke i istraživačke nastave na kojoj bi učenici upoznali i primijenili osnovne spoznaje vezane uz istraživački rad. Razlika u rezultatima između provjera učenika koji su sudjelovali s istraživačkim radovima i učenika koji su samo prisustvovali na pisanoj provjeri ide u korist učenika koji su sami pisali istraživački rad i koristili zavisne i nezavisne varijable u svome radu te su ostvarili bolju riješenost u tom dijelu provjere. Na nedostatak istraživačke nastave upozoravaju i Lujan i DiCarlo (2006) koji tvrde da učenici moraju sami provesti istraživanje i na temelju njega izvesti zaključke da bi upoznali stvarnu stranu biologije. Pitanje NB2-13b je najbolje riješeno od svih pitanja koja su zahtijevala kratki odgovor učenika. Tijekom klasifikacije pitanja uočeno je da je glavni uzrok netočnih odgovora neprecizno čitanje uvodnog teksta i grafičkog prikaza. Dobra riješenost može se povezati s činjenicom da je bakteriologija zanimljiva učenicima te je većina učenika, koji pripadaju u visoko motiviranu skupinu s kojom nastavnici rado dodatno rade, radila naciepljivanje bakterija na hranjivu podlogu. Zabrinjava odgovor učenika koji kažu *nestalo im je kisika*, a u tekstu je navedeno da su podloge inkubirane. Labov i suradnici (2010) ističu da povezivanje biologije sa stvarnim problemima i njihovo rješavanje primjenom znanja te uključivanjem učenika u aktivni proces učenja doprinosi trajnom i smislenom usvajanju znanja. Radi razvoja tehnologije, a pogotovo farmaceutske industrije ovo gradivo je još važnije za svakodnevni život učenika i treba u nastavnoj praksi slijediti dokaze (Labov i sur, 2010) da učenici koji aktivno sudjeluju u raspravama zadržavaju informacije duže od učenika koji su pasivni slušači. Pitanje NB4-12b zabrinjava jer njegova mala riješenost ukazuje da učenici četvrtih razreda ne posjeduju vještinu interpretacije podataka iz grafičkog prikaza. Simpson i Arnold (1982) navode da do krive interpretacije grafičkih podataka dolazi zbog nedovoljnog polaganja važnosti pojmovima *mala, srednja, nikakva, velika* jer profesori ne upozoravaju učenika da je razlika između tih pojmova bitna kada se opisuje grafički prikaz. U ovom slučaju to se pokazalo od velike važnosti, jer je samo dvoje učenika ponudilo točan i precizan odgovor.

Pitanja NB1-2 i NB2-6 izdvojena su zbog distraktora koje sadrže. Pitanje NB1-2 provjerava drugu kognitivnu razinu, ali nije primjerno za prvi razred gimnazije. U prvom razredu uče se osnovne činjenice o *virusima*, a u drugom razredu virusi se dulje analiziraju i navode se bolesti koje uzrokuju. Prema Garašić (2012) ovakav tip pitanja koji nije primjeren za neki razred zbog nedovoljne dubine učeničkog znanja smanjuje ukupnu uspješnost pri rješavanju. Također Lukša (2011) napominje da riješenost ovakvih pitanja ovisi o nastavnicima i njihovom načinu strukturiranja gradiva te pridavanju važnosti određenim činjenicama koje će prenijeti učenicima. Osim toga, distraktori nisu primjereni za ovo pitanje, jer učenici nisu imali mogućnost čuti za sve navedene pojmove, a ako su i čuli ne znaju jesu li to DNA ili RNA virusi. Pri obradi nastavnih sadržaja vezanih za ljudsko tijelo trebalo bi se više orijentirati prema onome što je učeniku bitno za daljnju iskoristivost u životu, a ne navođenju pojmova i činjenica (Marbach-Ad i Sokolove, 2000). Garašić (2012) navodi da pristup nastavnika prema konkretnom kontekstu u osmom razredu u osnovnoj školi utječe na daljnji interes učenika za ove sadržaje. U pitanju NB2-6 većina netočnih odgovora (distraktora) temelji se na razumijevanju *građe ljušturice kremenjašica*, ali se pri tom koriste specifični termini. Pitanje bi dobilo na kvaliteti da je ponuđena slika koja se treba nadopuniti jer učenici ne razumiju princip građe ljušturice kremenjašica. Lukša (2011) navodi da učenici bolje i lakše pamte ako im se ponudi model koji moraju opisati svojim riječima. Točan odgovor je jako očit i ističe se, a jedan je distraktor potpuno neiskorišten.

Pitanja NB3-4 i NB3-20b su u jednom pogledu interdisciplinarnog karaktera. Pitanju NB3-4 umanjena je kvaliteta odabirom mjerne jedinice, jer se učenici koncentriraju na preračunavanje, a ne na bit pitanja koje je vrlo važno i korisno. Lukša (2011) i Garašić (2012) ističu veliku zabrinutost zbog učeničkog nerazumijevanja krvnog tlaka i njegovog utjecaja na organizam, a nerazumijevanje se pripisuje integraciji s kemijom i fizikom uz utjecaj tlaka na tijelo. Učenici nemaju naviku povezivati nastavne sadržaje različitih predmeta i ne upotrebljavaju koncepte koje su učili na predmetima STEM područja da si lakše objasne predstavljeni biološki problem. Labov i suradnici (2010) ističu da u pitanjima koja su interdisciplinarnog karaktera, a obrađuju i sagledavaju se s jednog gledišta, stvaraju miskoncepcije koje je kasnije teško izbjeći. Preporuča se eksperiment pomoću kojega će učenici sami doći do rješenja koristeći znanje koje imaju iz svih predmeta uz integraciju znanja. Pitanje NB3-20b je povezano s fizikom i matematikom, a tijekom analize pitanja uočena je zabrinjavajuća činjenica da učenici ne posjeduju mogućnost predodžbe omjera. Većina učenika je prvi dio zadatka dobro riješila, dok je obrazloženje dobivenih podataka išlo puno teže. Međusobne ovisnosti i utjecaji oplošja, volumena i površine zbunili su učenike tijekom primjene tih veličina na eritrocite. To ukazuje na činjenicu da učenici imaju poteškoća kada veličine moraju opisati pomoću primjera. Najčešće krivo tumačenje odnosilo se na odnos volumena i površine, dok je oplošje većinom bilo dobro koncipirano. Ovakva pitanja bi trebala biti češća u pisanim provjerama, jer od učenika zahtijevaju da logički zaključuje i pretače ih u kritičko mišljenje pri formuliranju zaključka uz primjenu osnovnih koncepata STEM područja. Won i suradnici (2007) u svom istraživanju ističu da ovakvi problemi nastaju zbog nedovoljnog predznanja ili nerazumijevanja kemije i fizike te miskoncepcija koje mogu nastati zbog neodgovarajućeg objašnjenja iz udžbenika, ali i nastavnika.

Veliko slaganje procjena mladih nastavnika i nastavnika s duljim radnim stažem te slabo slaganje eksperata i obje grupe nastavnika, ukazuju na potrebu sustavne edukacije i različitih oblika cjeloživotnog obrazovanja koja će nastavnike pripremiti za sastavljanje kvalitetnih pitanja, ali ne samo na teoretskoj osnovi već kao podrška njihova rada s učenicima. Takva promišljanja potvrđuju zaključci Oleson i Hora (2013) da nastavnici tijekom rada u učionici razvijaju svoje profesionalne identitete te umjesto da slijepo modeliraju ponašanja svojih instruktora, često se oslanjaju na vlastita iskustva u nastavi. Najslabija povezanost procjene važnosti pitanja za propisani program i poticanje kritičkog mišljenja kod učenika između eksperata u sastavljanju pitanja i nastavnika potvrđuje izostanak sustavne primjene konceptualnog okvira u nastavi biologije kao što je uočeno i u prethodnim istraživanjima (Lukša, 2011). U odnosu na postignutu riješenost zadataka utvrđena je mala povezanost pitanja slabije kvalitete i srednja povezanost kvalitetnijih pitanja s procjenom riješenosti, što je još jedna potvrda o prihvatljivoj kvaliteti zadataka. Težina pitanja i kognitivna razina srednje su obrnuto proporcionalno povezane s ostvarenom riješenosti kako bi se provjerom moglo dobro izlučiti najuspješnije učenike. Pritom bolja povezanost riješenosti i kvalitete pitanja potvrđuje važnost pripreme pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete, a posebno primjene kritičkog razmišljanja u zadacima provjere konceptualnog razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema. Takav rezultat ističe potrebu sustavnog usmjeravanja nastavnika prema poticanju kritičkog mišljenja učenika i njihova konceptualnog razumijevanja biologije. Manje razlike između procjena mladih nastavnika i eksperata u odnosu na nastavnike s duljim radnim stažem, ukazuju da je inicijalna pouka tijekom studija uspješno usmjerila studente u procjeni elemenata kvalitete pitanja. Analiza utjecaja pojedinog elementa procjene ukazuje da najveći utjecaj na slaganje procjena prema iskustvu ima kategorija *utjecaj pitanja na odgovor*. Iako zaključke usporedbe procjene kvalitete pitanja prema radnom stažu i iskustvu u sastavljanju pitanja prema odrednicama kvalitete

ograničava mali uzorak, ipak se na osnovu provedene analize mogu uočiti trendovi, koje svakako treba provjeriti u budućim istraživanjima.

ZAKLJUČAK

Uočava se tendencija da se učenici tijekom rješavanja zadataka u pisanoj provjeri na županijskoj razini natjecanja iz biologije usmjeravaju prema aktivnom opažanju i zaključivanju uz korištenje znanja usvojenih tijekom učenja biologije, a takav pristup pripremi pisanih provjera poželjan je i za pisane provjere u redovitoj nastavi. Prema provedenom istraživanju moguće je zaključiti:

- ☛ pitanja su kvalitetom prihvatljiva, ali nedovoljno dobra za svrhu natjecanja u znanju te je neophodno poboljšati kvalitetu pitanja
- ☛ srednja distribucija pitanja prema težini je zadovoljavajuća za potrebe natjecanja, ali treba voditi brigu da bude primijenjena u svakoj pisanoj provjeri, odnosno u pisanoj provjeri za natjecanje treba biti 10 % laganih pitanja, 70 % srednje teških pitanja i 20 % teških pitanja
- ☛ na kvalitetu najslabije riješenih pitanja najveći utjecaj ima važnost pitanja za struku, a autori takvim pitanjima posvećuju veliku pažnju u oblikovanju pitanja i njegovoj razumljivosti
- ☛ najkvalitetniji zadaci ipak još nedovoljno potiču učenike u razmišljanju i konceptualnom povezivanju, a još veću pažnju treba usmjeriti na oblikovanje i razumljivost pitanja te smanjiti utjecaj samo logičkog zaključivanja učenika bez stvarne primjene znanja, što će se omogućiti usmjeravanjem učenika da pri rješavanju zadataka kritički promišljaju
- ☛ s obzirom da se radi o natjecanju učenika na županijskoj razini, prihvatljiv je manji utjecaj potrebnog dodatnog učenja učenika da bi uspješno mogli riješiti pitanja na natjecanju, dok u natjecanjima na državnoj razini prihvatljiv može biti i srednji takav utjecaj, ali samo u svrhu konceptualnog proširivanja temeljnog znanja redovne nastave primjenjivog u rješavanju složenijih problemskih situacija predstavljenih u zadacima, a ne opterećivanju učenika memoriranjem dodatnih pojmova, kako bi se što bolje izlučili učenici kvalitetnog biološkog pomlatka
- ☛ bolja povezanost riješenosti i kvalitete pitanja potvrđuje važnost pripreme pitanja uz uvažavanje elemenata procjene kvalitete, a posebno primjene kritičkog razmišljanja u zadacima provjere konceptualnog razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema
- ☛ potrebno je učenicima predstaviti tipove zadataka kakvi će se primjenjivati u natjecanju kako bi se mogli bolje pripremiti za njihovo rješavanje
- ☛ sastavljači pitanja za natjecanje trebaju dosljednije slijediti upute o raspodjeli pitanja prema kognitivnim razinama u cijeloj pisanoj provjeri
- ☛ pri sastavljanju najkvalitetnijih pitanja autori su veliku pažnju poklonili svim elementima poticanja razvoja prirodoslovne pismenosti kod učenika pri čemu nastoje da pitanja za poticanje razvoja prirodoslovne pismenosti učenicima ne budu uvijek preteška za rješavanje
- ☛ autori nastoje da pitanja budu primjereno oblikovana i da ih učenici ne mogu rješavati samo uz pomoć logičkog zaključivanja, pri čemu su najbolja pitanja srednje razumljiva učenicima, a čemu bi ubuduće trebalo pokloniti više pažnje
- ☛ autori pitanja trebaju ubuduće nastojati da se kod pitanja koja su tehnički dotjerana te time nemaju utjecaj na rješavanje, više pažnje pokloni usmjeravanju na poticanje prirodoslovne pismenosti, a posebno kritičkog mišljenja
- ☛ ograničavajući čimbenik u pripremi zadataka je i usmjerenost kataloga natjecanja na nastavni program, koji je izrazito sadržajno orijentiran te bi bilo poželjno usmjeriti sastavljače da pri pripremi pitanja koriste konceptualni okvir i njemu pripadajuće ishode u okviru propisanog nastavnog programa Biologije
- ☛ neophodno je uvesti znanstvenu recenziju ne prema razredima već prema znanstvenom polju znanstvenika koji recenzira pitanja za pisane provjere
- ☛ nužno je da osim znanstvene provjere pitanja budu podvrgnuta i metodičkoj recenziji od osobe koja ima veliko iskustvo u pripremi zadataka na nacionalnoj razini, kao i njihovoj procjeni

- preporučuje se sastavljačima i recenzentima da procjene kvalitetu pitanja prema kriterijima stručne procjene kvalitete pitanja, kako bi se u potpunosti postigla svrha provjeravanja znanja učenika na natjecanju
- nužno je organizirati modularno certificirano poučavanje malih grupa nastavnika u pripremi zadataka kontinuiranim radom s povratnim informacijama o pogreškama i napretku ali ne samo na teoretskoj osnovi već kao podrška njihova rada s učenicima, a takvo bi stručno usavršavanje bilo poželjno ne samo za sastavljače pitanja za natjecanje ili druge ispite na nacionalnoj razini, već i za pripremu svakodnevnih pisanih provjera u redovitoj nastavi biologije.

METODIČKI ZNAČAJ

Ovo istraživanje, kao i slična istraživanja s analizom pitanja u različitim pisanim provjerama znanja, trebalo bi pridonijeti promjeni pristupa u sastavljanju pisanih provjera na svim razinama školskog sustava. Potvrđena je vrijednost primjene stručne procjene kvalitete pitanja za potrebe sustavne analize, ali i kao preporuka da se koristi pri sastavljanju pitanja uz suradnju sustručnjaka. Izrada i analiza pisanih provjera zahtjeva dodatnu edukaciju nastavnika kao i kontinuirano, sustavno istraživanje i traženje načina za poboljšanje kvalitete provjere znanja učenika doprinijet će dobivanju jasnih, sustavih i smislenih povratnih informacija i za učenike i za nastavnike s ciljem poboljšanja procesa poučavanja.

ZAHVALA

Kvalitetu pitanja prema kriterijima stručne procjene provele su nastavnice i učiteljice biologije na čemu im se najljepše zahvaljujemo.

LITERATURA

- Allen, D., Tanner, K. 2002. Approaches to cell biology teaching: questions about questions. *Cell Biology Education*, 1, 63–67.
- Andrić, V., Čudina, M. 1985. Metode istraživanja u odgoju i obrazovanju. Školska knjiga, Zagreb.
- AZOO 2014. Natjecanje iz biologije 2015. http://www.azoo.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=5429:natjecanje-iz-biologije-2015-&catid=89:biologija, preuzeto 20.09.2016.
- Barksdale-Ladd, M. A., Thomas, K. F. 2000. What's at stake in high-stakes testing teachers and parents speak out. *Journal of Teacher Education*, 51, 5, 384-397.
- Barmby, P., Kind, P. M., Jones, K. 2008. Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30, 8, 1075-1093.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2008. PISA 2006, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2010. PISA 2009, Čitalačke kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2014. PISA 2013, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
- Braš Roth, M., Markočić Dekanić, A., Markuš Sandrić, M. 2017. PISA 2015, Prirodoslovne kompetencije za život. Zagreb, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar.
- Chang A. 2014. Statistics Toolkit (StatsToDo). Department of Obstetrics and Gynaecology, the Chinese University of Hong Kong. <https://www.statstodo.com/index.php>, pristupljeno rujan 2016.
- Cindrić, M., Miljković, D., Strugar, V. (2010): Didaktika i kurikulum, IEP-D2, Zagreb
- De Zan, I. 2005. Metodika nastave prirode i društva. Školska knjiga, Zagreb.
- Flores, F., Tovar, M.E., Gallegos, L. 2003. Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25, 2, 269-286.
- Garašić, D. 2012. Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu. Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (ur.). Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, 211-239.
- George, R. 2006. A cross-domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education*, 28, 6, 571-589.
- Grgin, T. (1994.): Školska dokimologija, Naklada Slap, Jastrebarsko.
- HBD 2016. Natjecanje iz biologije 2015. Hrvatsko biološko društvo, <http://www.hbd-sbc.hr/natjecanjaucenika/drzavno-natjecanje-mladih-biologa/natjecanje-iz-biologije-2015/>, pristupljeno 20.07.2015.
- Higham, P. A., Arnold, M. M. 2007. How many questions should I answer? Using bias profiles to estimate optimal bias and maximum score on formula-scored tests. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 4-5, 718-742.

- Hopkins. K. D. 1998. Educational and psychological measurement and evaluation. Boston: Allyn & Bacon.
- Knight, J. K., Wood, W. B. 2005. Teaching More by Lecturing Less. *Cell Biology Education*. 4, 298–310.
- Labov, J. B., Reid, A. H., Yamamoto, K. R. 2010. Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?, *CBE—Life Sciences Education*, 9, 10–16.
- Lujan, H. L., DiCarlo, S. E. 2006. Too much teaching, not enough learning: what is the solution? *Advances in Physiology Education*, 30, 17–22.
- Lukša, Ž. 2011. Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptualnog okvira za biologiju, *Život i škola*, br. 30 (2): 156–171.
- Lukša Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 154(4): 527–548.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2016. Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13, 3, 143–160.
- Marušić, I. 2006. Nastavni programi iz perspektive učenika. U B. Baranović (Ur.), *Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj: Različite perspektive*. IDIZ. Zagreb.
- Marbach-Ad, G., Sokolove, P. G. 2000. Can undergraduate biology students learn to ask higher-level questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 854–870.
- MZOŠ 1995. Nastavni plan i program za gimnazije. *Glasnik ministarstva prosvjete i športa*, 11, 8–18.
- Oleson, A., Hora, M.Z. 2013. Teaching the way they were taught? Revisiting the sources of teaching knowledge and the role of prior experience in shaping faculty teaching practices. *High Educ.*, DOI: 10.1007/s10734-013-9678-9
- Radanović, I., Čurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P., Valjak, M. 2010. Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, *Izvešće o projektu – Biologija*, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Sumpor, D., Mustać A. 2013. Preporuke za autore i recenzente provjera natjecanja u znanju biologije. HBD. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf>. Preuzeto 31.7.2017.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. 2015. Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb. 53 str.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Ristić-Dedić, Z., Jokić, B., Sertić Perić, M. 2016. Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference*. Helsinki. Finland. Science education research: Engaging learners for a sustainable future; Learning science: Conceptual understanding. Lavonen. J.. Juuti. K.. Lampiselkä. J.. Uitto. A.. & Hahl. K. (ur.). 1: 271–277.
- Radanović I., Lukša Ž., Begić V., Bastić M., Gotlibović G., Kapov S., Pavunec S., Toljan M. 2017a. Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije školskih godina 2013./2014. i 2014./2015. NCVVO Zagreb, 101 str.
- Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić LJ., Sertić Perić M., Toljan M. 2017b. Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb, 212 str.
- Radanović, I., Lukša, Ž., Begić, V., Bastić, M., Garašić, D., Sertić Perić, M., Podrug, I. 2017c. Professional quality assessment of the Croatian state written exam in biology. – ESERA (European Science Education Research Association), Dublin. Ireland.
- Ristić - Dedić Z., Jokić, B., Šabić, J. 2011. Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije. Institut za društvena istraživanja – Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Simpson, M., Arnold, B. 1982. Availability of Prerequisite concepts for learning biology at certificate level. *Journal of Biological Education* 16, 1, 65–72.
- Usak, M., Prokop, P., Ozden, M., Ozel, M., Bilen, K., Erdogan, M. 2009. Turkish university students' attitudes toward biology: The effects of gender and enrolment in biology classes. *Journal of Baltic Science Education*, 8, 2, 88–96.
- Vizek-Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović Štetić, V., Miljković, D. 2003. Psihologija obrazovanja. IEP, Zagreb.
- Won, J. A., Ko, Y.H., Paik, S. H. 2007. High School Science Teachers' and Students' Conceptions Related to Osmosis. *Journal of The Korean Association For Research In Science Education*. 27, 2, 144–152.

LEARNING HABITS AND SUCCESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN BIOLOGY

Martina Gucek, Irena Labak

Department of Biology, J. J. Strossmayer University of Osijek, Ulica Cara Hadrijana 8/A, 31 000 Osijek, Hrvatska
ilabak@biologija.unios.hr

ABSTRACT

The aim of this research was to determine learning habits among highschool students and to determine the differences in learning habits among the students of different sex and curriculum. This research was also trying to determine whether the correlation, between learning habits and students' success exists. It was carried out during school year 2016/2017 and comprised 73 students of second grade of Ruđer Bošković technical school and natural sciences program grammar school in Osijek divided into four groups (female students with gymnasium curriculum, male students with gymnasium curriculum, female students with ecological technician curriculum and male students with ecological technician). The research consisted of a written exam and determining learning habits individually by a survey. It was determined that students with gymnasium curriculum had better results in the written exam than ecological technician students. It was determined that there was correlation of everyday learning habits with success in the exam with gymnasium students. Correlation of comparing learning material and subjects and success was determined with female student's ecological technician, and correlation of determining the meaning of unknown word from the text and success was determined with female students with gymnasium curriculum.

Keywords: *deductive learning, inductive learning, learning habits, student's success*

INTRODUCTION

Many studies (Fazal and associates, 2012, Demir and associates. 2012, Nouhi and associates. 2012, Awang and Sinnadurai, 2011, Crede and Kuncel, 2008, Nagaraju, 2004) deal with the influence of non-cognitive factors such as habits and opinions during studying on students' accomplishments. Nagaraju (2004) emphasizes the importance of the students' habit and attitude on academic accomplishment. A habit is a behavioral pattern which the student uses while studying, while an attitude is a positive approach towards the act of studying, the acceptance and approval of the higher goal of education (Crede and Kuncel, 2008). Accordingly, it can be said that students' habits and attitudes are defined by the ability of time management, method choice, attitudes towards education and teachers and the acceptance of education.

The aim of the conducted research is to question the studying habits with highschool students and to establish if there are any differences in studying habits between students of different sexes and program (gymnasium program and ecological technicians program) and establish if there is a correlation between those habits and accomplishments.

METHODS

73 sophmore students of gymnasium program and ecological technicians were a part of this research. The sample of students was divided into 4 groups. The first group was made of 32 gymnasium students, the second group of 18 gymnasium students, the third group of 15 ecological technicians and the fourth group of 8 ecological technicians.

The research had 2 stages. The first stage was the conduction of written tests to establish the difference among the groups of different students in their knowledge of vegetable realm. i.e. living environment, processes, adaptation and interaction.

The normality of numeric variables distribution was tested using Shapiro-Wilk test. Kruskal-Wallis test was used since numeric data doesn't have a normal distribution of success evaluation, i.e. achieved success comparison in solving the written test between the groups of students.

The correlation of studying habits established with the survey and the students' accomplishment established with the written test was confirmed with Spearman correlation coefficient $\alpha = 0,05$. Statistical tests were conducted using the statistical package Statistics (12 Quest Software Inc., Aliso Viejo, CA, SAD).

RESULTS

Female gymnasium students scored the best result in written exams (the average number of points achieved was 8,36). Male gymnasium students were slightly weaker than female students of the same program (8,31). The lowest score was achieved by ecological technicians (4,86). Gymnasium students were statistically significantly better than ecological students ($U = 15,5$; $N_1 = 16$; $N_2 = 7$; $p = 0,007$).

Female ecological students achieved higher average score (6,75) than their male colleagues. This result can be interpreted given the studying habits questioned via the survey constructed for the purpose of this research. The correlation of studying habits and accomplishment is shown with the gymnasium students which shows that students' accomplishment drops with the increase of never and sometimes answers on the „I study every day“ question.

The reason why gymnasium students are better than ecological students regardless of this habit can be seen in the fact that there are no ecological students who study every day either often, almost always or always. By analyzing the answers to this question it can be seen that female students almost always or always study every day while male students don't which can show significant regularity in studying with female students rather than male students.

By analysing the question „I compare new materials with similar materials of other subjects“ it can be seen that gymnasium students evenly find that they sometimes and often compare new materials with similar materials while female students mostly find that they often compare new materials with similar material of other subjects. Unlike them, ecological students greatly find that they never compare new materials with similar material of other subjects. The reason for their lower score on the test can be found in the fact that the written exam was mostly understanding and applying elementary knowledge which finds linking similar and different contents very important.

Habits questioned with this question are correlated with the accomplishment of female ecological students. The increase of frequency of the answer never to this question leads to accomplishment drop established by the written exam. Reading literacy contributes to understanding the materials. It manifests in the correlation of „I am trying to determine the meaning of unfamiliar words in the text“ with gymnasium students accomplishments. The latter mostly find they try to determine the meaning of unfamiliar words in the text. The frequency of this answer contributes to the increase of their success.

By comparing the answers of all groups to the question „I can assess my own work and progress“ it is noticed that none of the students find they can never assess their own work and progress. Male gymnasium students mostly often assess their work and progress while ecological students mostly always assess their work and progress. Equally, female gymnasium students can almost always and always assess their work and progress while female ecological students can sometimes and often assess their progress. Since the question itself doesn't specify how they assess their progress there is a possibility that students didn't understand the question. In practice, teachers and students use self-assessment and self-evaluation as indicators of greatness which lead to improvement of teaching process quality (Bezinović, 2003). Nevertheless, Croatian school system doesn't use methods of self-assessment due to the lack of objectivity according to the teachers (Ivanek, 1996). Still, encouraging self-assessment is of great importance for students for both taking the responsibility for their own progress and setting their own goals for the purpose of independence.

CONCLUSION

The conducted research shows that gymnasium students score better results in written tests than ecological technicians. The difference in answers of the poll among the groups has not been established. The correlation of habits of everyday studying with the success achieved in the tests is established with gymnasium students. The correlation of comparing materials between the subjects and accomplishments is established with ecological students while the correlation of habits of determining the meaning of unfamiliar words and accomplishments is established with gymnasium students.

This research shows the teachers a specific information of how students see the teaching process and the process of studying. Also, the survey can show problems and disadvantages in the teaching process which the teacher might not be aware of or hasn't noticed and which is also useful to every teacher reflecting on the teaching process and working on its improvement.

LITERATURE

- Awang, M., Sinnadurai, SK. 2010. A study on the development of strategic tools in study orientation skills towards achieving academic excellence. *Journal of Language Teaching and Research*, 2, 60-67.
- Crede, M., Kuncel, N. 2008. Study habits meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science in Press*, 3, 425-453.
- Demir, S., Kilinc, M., Dogan, A. 2012. The effect of curriculum for developing efficient studying skills on academic achievements and studying skills of learners. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4, 427-440.
- Fazal, S., Shaukat, H., Iqbal Majoka, M., Sobia, M. 2012. The role of academic skills in academic achievement of students: A closer focus on gender. *Pakistan Journal of Psychological Research*, 27, 35-51.
- Nagaraju, M. T. 2004. *Study Habits of Secondary School Students*. New Delhi, Darya Ganji.
- Nouhi, E., Shakoori, A., Nakhei, N. 2008. Study habits and skills, and academic achievement of students in Kerman University of medical sciences. *Journal of Medicine Education*, 12, 77-80.

NAVIKE UČENJA I USPJEŠNOST UČENIKA SREDNJE ŠKOLE U NASTAVI BIOLOGIJE

Martina Gucek, Irena Labak

Odjel za biologiju, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Ulica Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek, Hrvatska
ilabak@biologija.unios.hr

SAŽETAK

Istraživanje je provedeno s ciljem ispitivanja navika učenja kod učenika srednje škole te utvrđivanja razlika u navikama učenja između učenika različitog spola i nastavnog programa. Istraživanjem se također nastojalo utvrditi postoji li povezanost navika učenja sa uspjehom učenika. Istraživanje se provelo školske godine 2016./2017. na uzorku od 73 učenika drugih razreda tehničke škole i prirodoslovne gimnazije Ruđera Boškovića u Osijeku podijeljenih u četiri skupine (učenice gimnazijskog programa GŽ, učenici gimnazijskog programa GM, učenice smjera ekološki tehničar ETŽ te učenici smjera ekološki tehničar ETM). Istraživanje se sastojalo od provedbe pisane provjere znanja te utvrđivanja navika učenja kod pojedinog učenika putem ankete. Provedenim istraživanjem je utvrđeno da su učenici gimnazijskog programa postigli bolje rezultate u pisanoj provjeri znanja u odnosu na učenike ekološke tehničare. Povezanost navika svakodnevnog učenja s uspjehom ostvarenim u provjeri znanja utvrđena je kod učenika gimnazijskog programa. Povezanost navike uspoređivanja gradiva između predmeta i uspjeha utvrđena je kod učenica smjera ekološki tehničar, a povezanost navika određivanja značenja nepoznatih riječi u tekstu i uspjeha utvrđena je kod učenica gimnazijskog programa.

Ključne riječi: deduktivno učenje, induktivno učenje, navike učenja, uspjeh učenika

UVOD

Cilj obrazovanja pomakao se s transfera znanja na razvoj kompetencija (Baranović, 2006). Istraživački projekt *Ključne kompetencije „učiti kako učiti“ i „poduzetništvo“ u osnovnom školstvu Republike Hrvatske* (2007) pokazuje kako je razvijenost kompetencije učiti kako učiti jedna od ključnih osobnih karakteristika za uspješan život u 21. stoljeću. Kompetencija učiti kako učiti obuhvaća sposobnost organizacije i regulacije učenja, kako individualno, tako i u skupinama. Također, uključuje sposobnost upravljanja procesom učenja, rješavanja problema, usvajanja, obrade i vrednovanja informacija i njihovu integraciju u smislene cjeline novog znanja i vještina primjenjivih u različitim situacijama (Jokić i sur., 2007). Stoga, kompetencija učiti kako učiti predstavlja jednu od osnova koncepta cjeloživotnog učenja, budući da određena znanja (ali i vrijednosti i stavovi) u današnjem vremenu sve brže zastarijevaju, bivaju odbačeni i zamijenjeni novima.

Brojna istraživanja pokazuju kako nije moguće izgraditi zdravu osnovu za razvoj znanja, vještina i stavova u osnovi kompetencije učiti kako učiti ukoliko izostaje sustavnost i redovitost u učenju (Ristić-Dedić i sur., 2017). Kako bi učenici bili uspješni u učenju vrlo je važno da postavе efikasne ciljeve za učenje, koriste adekvatne strategije da bi ostvarili ciljeve te kontroliraju svoj napredak i mijenjaju pristupe učenju ako je to nužno (Butler i Winne, 1995). Također, važno je planirati i organizirati proces učenja kako bi se stvorila navika učenja koja je preduvjet uspješnosti. Psiholozi i pedagozi preporučuju stvaranje navike učenja svakodnevnim učenjem u isto vrijeme na istom mjestu pri čemu je najbitnije da učenika u to vrijeme nitko ne ometa te da to bude mjesto na kojem će učenik u miru moći obaviti svoje zadatke (Rakaš- Drljan i Mašić, 2013). Brdar i Rijavec (1998) ističu kako je potrebno vrijeme kako bi se napustila stara navika i usvojila nova navika. Kako se radne navike ne mogu formirati bez dugotrajnog vježbanja, tako se i navika učenja ne može usvojiti ako se ne ponavlja sustavno kroz duže vremensko razdoblje.

Mnoga istraživanja (Fazal i sur, 2012, Demir i sur. 2012, Nouhi i sur. 2012, Awang i Sinnadurai, 2011, Crede i Kuncel, 2008, Nagaraju, 2004) se bave problematikom utjecaja nekognitivnih čimbenika kao što su navike i stavovi prilikom učenja na uspjeh učenika. Nagaraju (2004) u svom istraživanju ističe kako je učenička navika i stav važan za dobar akademski uspjeh. Navikom se smatra uzorak ponašanja koji učenik koristi prilikom učenja, a stavom se smatra pozitivan pristup prema činu studiranja, prihvaćanje i odobravanje šireg cilja visokog obrazovanja (Crede i Kuncel, 2008). Prema tome, može se reći da su učeničke navike i stavovi određeni kroz sposobnost upravljanja vremenom, odabir metoda rada, stavove prema obrazovanju i nastavnicima te prihvaćanje obrazovanja.

Kako bi se ostvarili suvremeni ciljevi odgoja i obrazovanja na djelotvorniji i kvalitetniji način, u nastavnom se procesu trebaju primjenjivati različiti pristupi poučavanja usmjereni stjecanju ključnih kompetencija. U odgojno- obrazovnom procesu učenje i poučavanje su dva međusobno povezana pojma, a odnose se na aktivnosti učenika (učiti) i učitelja (poučavati) (Vizek- Vidović, 2003). Navike poučavaju reflektiraju se na navike učenja. Poučavanje (a time i učenje) može biti deduktivno i induktivno. Deduktivno poučavanje znanosti je kao nastavni postupak dominirao u praksi tradicionalne škole koju karakterizira usmjerenost na nastavnika (Felder i Prince, 2006). Pri deduktivnom poučavanju nastavnik izravnim izlaganjem učenicima prenosi informacije ili demonstrira korake koje trebaju slijediti kako bi stekli određenu vještinu pri čemu se učenici nalaze u pasivnom položaju. Tradicionalna metoda izravnog poučavanja otežava aktivno učenje (Vizek- Vidović, 2003). Također, metoda izravnog poučavanja podrazumijeva započinjanje nastavnog sata nastavnikovim pregledom materijala koji je preduvjet za uspješno usvajanje novog koncepta ili vještine, nakon kojeg slijedi uvođenje i razvijanje novog koncepta ili demonstracija vještine (predavanje), zatim vođenje učenika kroz nadgledanu vježbu i primjenu aktivnosti te na kraju zadavanje zadataka i domaćeg rada koji će učenici napraviti samostalno (Good i Brophy, 2003). Znanja koja se steču na takav način nazivaju se pasivnima (Bransford i sur., 1983). Karakterističan nedostatak pasivnog znanja je to što takvo znanje nije spremno za primjenu u novim situacijama (Butterfield i Nelson, 1989), što znači da ga učenik ne može učinkovito primijeniti u osobnom, društvenom i profesionalnom životu kojega karakteriziraju brze i intenzivne promjene.

Suprotno deduktivnom pristupu, induktivni pristup poučavanju temelji se na postavljanju specifičnih izazova ili pak kompleksnih problema iz realnog svijeta koje učenici trebaju samostalno riješiti (Felder i Prince, 2007). Naime, umjesto iznošenja činjenica, nastavnici su mentori koji učenike dovode do situacija u kojemu traže podatke, odgovore, rješavaju probleme, analiziraju podatke na raznolike načine pri čemu razvijaju sposobnost objašnjavanja, obrazlaganja te primjene znanja u novim situacijama čime potvrđuju svoje kvalitete i jačaju samopouzdanje. Na taj način, naglasak nije na usvajanju činjenica i informacija koliko na stjecanju vještina, vrijednosti i kompetencija koje doprinose jačoj motiviranosti učenika i razvijanju višeg nivoa razmišljanja kao što su analiza, sinteza, evaluacija i kreacija (Bonwell i Eison, 1991). Induktivno učenje je pojam koji obuhvaća rješavanje problema i istraživanje, studij slučaja, učenje otkrivanjem, projektno učenje. Razvoju induktivnog učenja pomaže istraživačko učenje i 5E model, odnosno svi postupci istraživačkog 5E modela učenja (uključivanje, istraživanje, objašnjavanje, evaluacija i elaboracija) (Gucek, 2017). Iako se često naglašavaju prednosti induktivnog učenja, u učionicama prirodnih i tehničkih znanosti još uvijek dominiraju didaktički scenariji koji u središte nastavnog procesa stavljaju nastavnika koji objašnjava, a učenici pažljivo promatraju što i kako radi nastavnik, što govori i što prikazuje jer će tako prezentirana znanja trebati naučiti i reproducirati za dobru ocjenu (Velički i Topolovčan, 2017).

Cilj provedenog istraživanja je ispitati navike učenja kod učenika srednje škole i utvrditi postoje li razlike u navikama učenja između učenika različitog spola i različitog nastavnog programa (gimnazijski program i program ekološki tehničari) te utvrditi postoji li povezanost utvrđenih navika učenja s uspjehom.

MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno školske godine 2016./2017. u tehničkoj školi i prirodoslovnoj gimnaziji Ruđera Boškovića u Osijeku. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 73 učenika drugih razreda gimnazijskog programa i smjera ekološki tehničar. Uzorak učenika podijeljen je na četiri skupine. Prvu skupinu činile su 32 učenice gimnazijskog programa (GŽ), drugu skupinu 18 učenika gimnazijskog programa (GM), treću skupinu činile su 15 učenica smjera ekološki tehničari (EŽ) te četvrtu skupinu 8 učenika smjera ekološki tehničar (EM).

Istraživanje se sastojalo od dvije etape. Prva etapa bila je provedba pisane provjere znanja kako bi se utvrdilo postoji li razlika između učenika različitih istraživanih skupina u njihovom predznanju o istraživanoj nastavnoj cjelini *Biljno carstvo* odnosno o istraživanim konceptima *životni prostor*, *proces*, *prilagodbe* i *međudjelovanja*. Pisana provjera znanja sadržavala je 12 zadataka od kojih I. razinu postignuća ispituje 1 pitanje, II. razinu 10 pitanja, a III. razinu 1 pitanje (I. razina reproduktivno znanje, II. razina konceptualno razumijevanje i primjena, III. razina rješavanje problema (Crooks, 1988). Prvoj razini postignuća pripada reprodukcija i literarno razumijevanje, a to znači da je učenik sposoban prepričati sadržaj bez dostignute razine razumijevanja zahvaljujući pamćenju i jezičnim kompetencijama. U drugu razinu postignuća uključeno je konceptualno razumijevanje i primjena kojima se stvaraju veze između novih saznanja i već postojećeg znanja. U konačnici, treća razina, odnosno najviša kognitivna razina, prikazuje rješavanje problema (Labak i sur, 2013). Za provedenu provjeru znanja Cronbachov alfa- koeficijent iznosi 0,70 što se smatra zadovoljavajuće pouzdanom provjerom znanja (Bukvić, 1982). Pisana provjera znanja se provela na prvom nastavnom satu, a učenici su za pisanje provjere znanja imali 45 minuta vremena. Za sastavljanje provjere znanja korišteni su udžbenici iz prirode za peti i šesti razred osnovne škole, udžbenici iz biologije za sedmi razred osnovne škole te drugi razred gimnazije koje je propisalo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske. S obzirom da je pisanom provjerom znanja utvrđivano učenikovo predznanje kojemu pridonosi znanje stečeno uglavnom u osnovnoj školi, dodatno za interpretaciju rezultata napravljena je anketa kojom su se utvrdile navike učenja kod učenika. Anketa je konstruirana za potrebe istraživanja. Zatvorenog je tipa i sadržavala je ukupno 50 pitanja te se provela u drugoj etapi istraživanja na svim istraživanim skupinama.

Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilk testom. Kako numerički podaci ne slijede normalnu raspodjelu za procjenu uspješnosti odnosno za usporedbu postignutog uspjeha u rješavanju pisane provjere znanja između učenika svih istraživanih skupina korišten je Mann-Whitney U test. Za usporedbu odgovora ankete između istraživanih skupina koristio se Kruskal-Wallis test. Povezanost navika učenja utvrđenih anketom s uspjehom učenika utvrđenog na pisanoj provjeri znanja utvrdio se Spearmanovim koeficijentom korelacije na razini $\alpha = 0,05$. Statistički testovi provedeni su u statističkom programskom paketu Statistika 12 (Quest Software Inc., Aliso Viejo, CA, SAD).

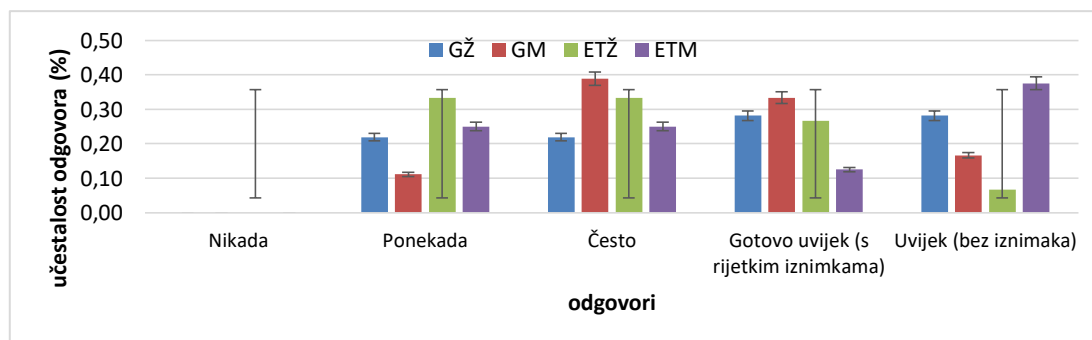
REZULTATI

Učenice gimnazijskog programa ostvarile su najbolji uspjeh u ukupnoj uspješnosti cjelokupne pisane provjere znanja (prosječan broj ostvarenih bodova je 8,36). Barem 50% njih ima 8 bodova ili manje, te 8 bodova ili više. Učenici gimnazijskog programa nešto su slabiji od učenica istog programa (prosječan broj ostvarenih bodova je 8,31). Najslabiji uspjeh su ostvarili učenici smjera ekološki tehničar (prosječan broj ostvarenih bodova je 4,86). Od njih su statistički značajno bolji učenici gimnazijskog programa ($U = 15,5$; $N_1 = 16$; $N_2 = 7$; $p = 0,007$). Učenice smjera ekološki tehničar ostvaruju veći prosječan broj bodova (6,75) od učenika istog smjera. Barem 50% učenica i učenika smjera ekološki tehničar ima 5 bodova ili manje, te 5 bodova ili više (Tablica 1).

Tablica 1 Ostvareni uspjeh u pisanoj provjeri znanja kod učenika ženskog i muškog spola gimnazijskog programa (GŽ i GM) te ženskog i muškog spola smjera ekoloških tehničara (ETŽ i ETM) ** statistička razina značajnosti postavljena je na razini $P < 0,01$

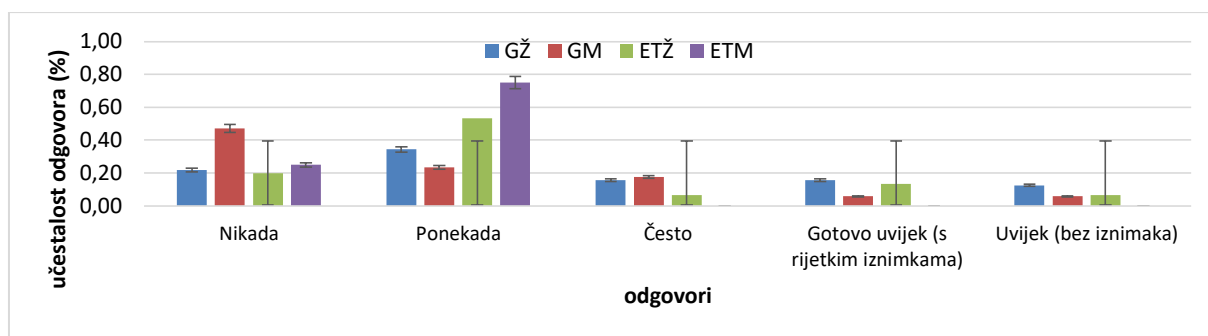
		N	$\bar{x} (\pm SD)$	Median
Ukupni rezultati pisane provjere znanja	GŽ	28	8,36 ($\pm 2,39$)	8
	GM	16	8,31 ($\pm 2,65$) **	8
	ETŽ	16	6,75 ($\pm 3,64$)	5
	ETM	7	4,86 ($\pm 1,67$)	5

U ovom istraživanju pisana provjera znanja ispitivala je većinom pitanja II. kognitivne razine te su stoga u radu prikazana ona pitanja ankete koja ispituju navike učenja koje pridonose tim postignućima.



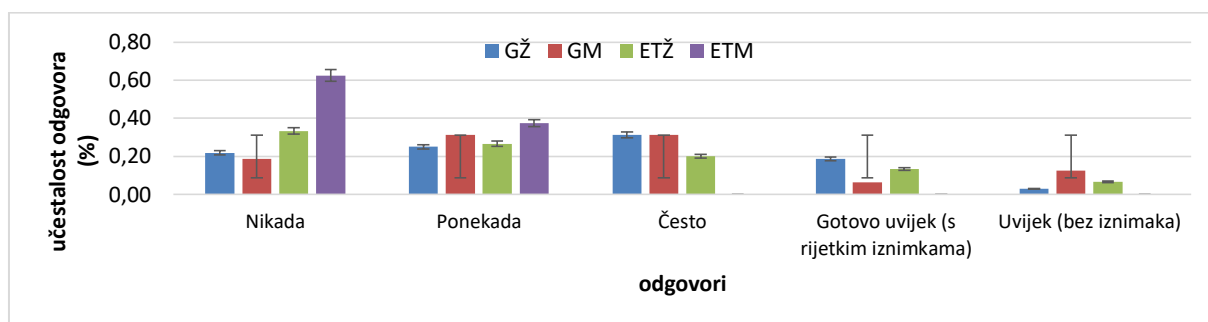
Slika 1 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje“

Na slici 1 uočava se kako niti jedan učenik ne smatra da nikada ne može procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje. Učenici gimnazijskog programa u najvećem broju navode kako često mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje dok učenici ekološki tehničari u najvećem broju smatraju kako uvijek mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje. U podjednakom omjeru učenice gimnazijskog programa navode kako gotovo uvijek i uvijek mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje, dok učenice smjera ekološki tehničar navode u podjednakom omjeru kako ponekada i često mogu procijeniti vlastiti rad i napredovanje.



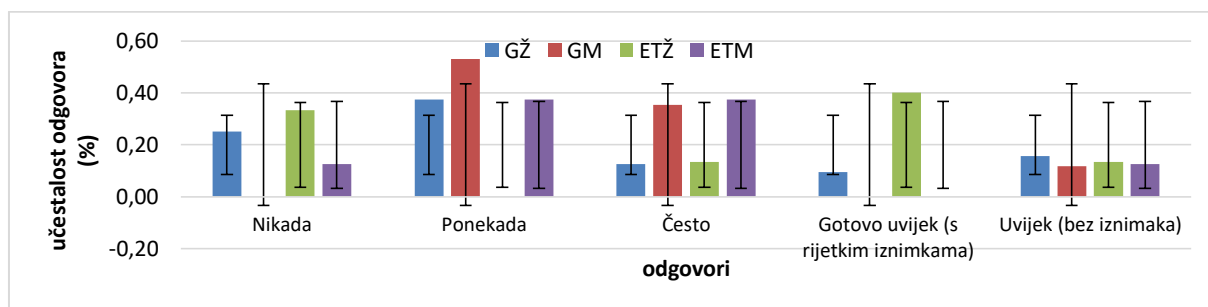
Slika 2 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Učim svaki dan“

Učenice gimnazijskog programa te učenici i učenice smjera ekološki tehničar u najvećem broju procjenjuju kako ponekad uče svaki dan, dok s druge strane učenici gimnazijskog programa u najvećem broju odgovaraju da nikada ne uče svaki dan (slika 2). Povezanost ovog pitanja i uspjeha pisane provjere znanja (srednja vrijednost ostvarenih bodova) utvrđena je kod učenika gimnazije ($r = -0,92$; $p < 0,05$).



Slika 3 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Uspoređujem novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta“

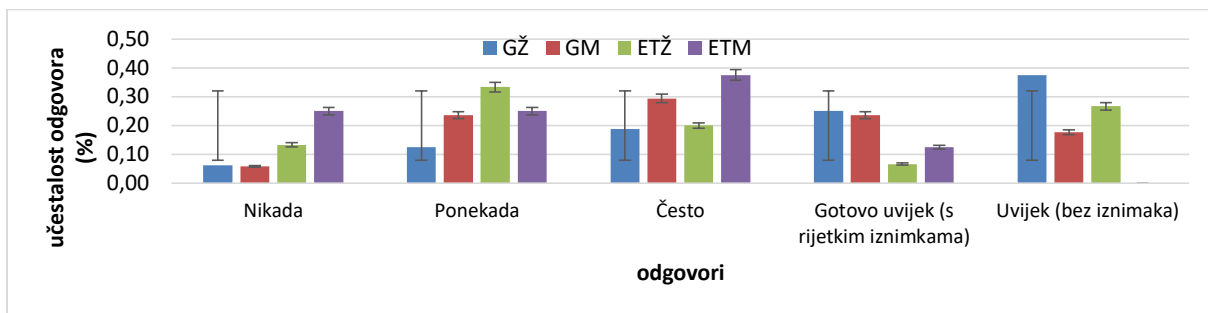
Učenici gimnazijskog programa u podjednakom omjeru smatraju kako ponekada i često uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugim predmeta, dok učenice tog istog programa u najvećem broju smatraju kako često uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta. Za razliku od učenika i učenica gimnazijskog programa, učenici i učenice smjera ekološki tehničar u najvećem broju smatraju kako se nikada ne uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta (slika 3). Povezanost ovog pitanja i pisane provjere znanja utvrđena je kod učenica smjera ekološki tehničar ($r = -0,89$; $p < 0,05$).



Slika 4 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Sklon/a sam odustati od učenja kad naiđem na dio koji ne razumijem“

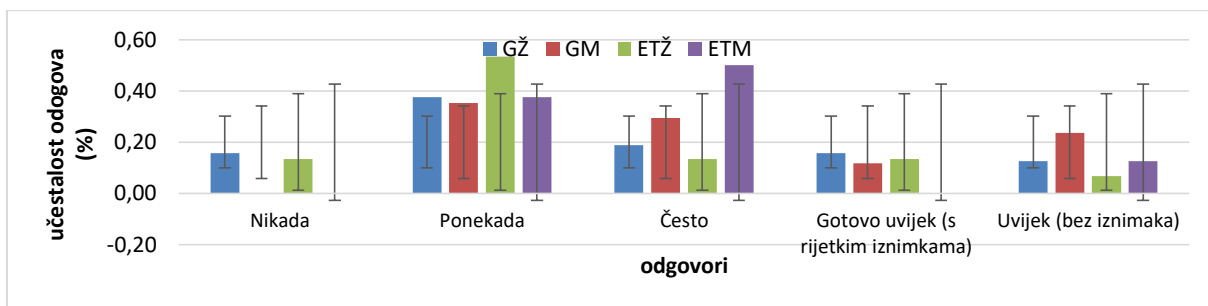
Učenici ekološki tehničari u podjednakom omjeru odgovaraju da su ponekada i često skloni odustati od učenja kad naiđu na dio koji ne razumiju, dok učenice istog smjera smatraju kako su gotovo uvijek

sklone odustati od učenja kad naiđu na dio koji ne razumiju. Za razliku od njih učenici i učenice gimnazijskog programa u najvećem broju smatraju kako su ponekada skloni odustati od učenja kad naiđu na dio koji ne razumiju (slika 4).



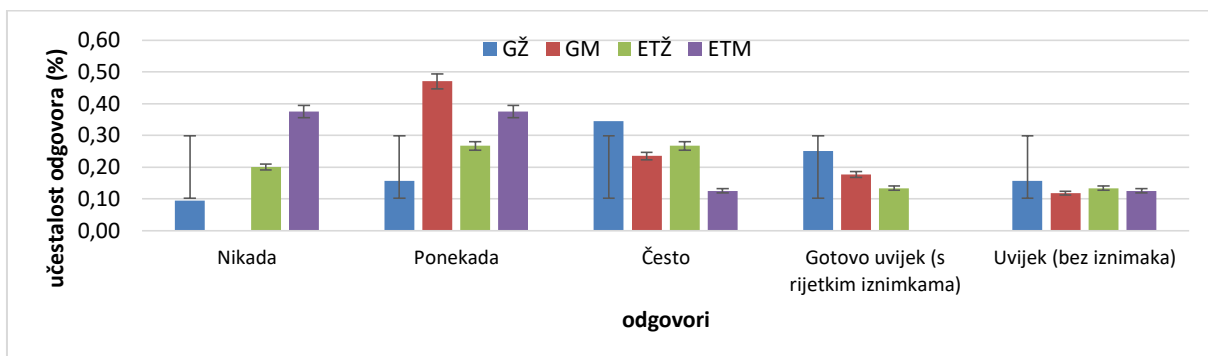
Slika 5 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Pokušavam odrediti značenje nepoznatih riječi koje susrećem u tekstu“

Učenici gimnazijskog programa te učenici smjera ekološki tehničar u najvećem broju smatraju kako često pokušavaju odrediti značenje nepoznatih riječi koje susreću u tekstu. Učenice gimnazijskog programa smatraju kako uvijek, dok učenice smjera ekološki tehničar smatraju kako ponekada pokušavaju odrediti značenje nepoznatih riječi koje susreću u tekstu (slika 5). Povezanost ovog pitanja i pisane provjere znanja utvrđena je kod učenica gimnazijskog programa ($r = 0,94$; $p < 0,05$).



Slika 6 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Preskačem u učenju iz udžbenika tablice i slike“

Učenici i učenice gimnazijskog programa, kao i učenice smjera ekološki tehničar najčešće navode kako u učenju iz udžbenika ponekada preskaču tablice i slike, dok učenici smjera ekološki tehničar smatraju kako u učenju iz udžbenika često preskaču tablice i slike (slika 6).



Slika 7 Usporedba odgovora svih učenika i učenica pojedinog nastavnog programa na pitanje „Tijekom učenja postavljam si pitanja koja me potiču na razumijevanje“

Učenici smjera ekološki tehničar u podjednakom omjeru smatraju kako tijekom učenja nikada i ponekada postavljaju pitanja koja ih potiču na razumijevanje, dok učenice smjera ekološki tehničar u podjednakom omjeru smatraju kako tijekom učenja ponekada i često postavljaju pitanja koja ih potiču na razumijevanje. Učenici gimnazijskog programa smatraju kako tijekom učenja ponekada postavljaju pitanja koja ih potiču na razumijevanje, dok učenice gimnazijskog programa smatraju kako tijekom učenja često postavljaju pitanja koja ih potiču na razumijevanje (slika 7).

RASPRAVA

Provedenim istraživanjem ispitane su navike učenja kod učenika srednje škole te je ispitana veza između navika učenja učenika i učenica gimnazijskog programa i programa smjera ekološki tehničar s uspjehom utvrđenim pisanom provjerom znanja. Njome se utvrdila razlika između istraživanih skupina u predznanju o nastavnoj cjelini Biljno carstvo odnosno o konceptima životni prostor, procesi, prilagodbe i međudjelovanja. Iako je uočeno da učenici i učenice gimnazijskog programa pokazuju bolji uspjeh u rješavanju provedene pisane provjere znanja od učenika i učenica smjera ekološki tehničari, značajna razlika utvrđena je samo između učenika gimnazijskog programa i učenika ekološki tehničari.

Ovakav rezultat može se tumačiti s obzirom na navike učenja koje su se ispitala anketom konstruiranom za potrebe ovog istraživanja. Uspoređujući odgovore učenika pojedinih nastavnih programa na pitanje „Učim svaki dan“ opaženo je da učenice gimnazijskog programa te učenici i učenice smjera ekološki tehničar u najvećem broju procjenjuju kako ponekada uče svaki dan, dok s druge strane učenici gimnazijskog programa u najvećem broju odgovaraju da nikada ne uče svaki dan (slika 2). Povezanost navike učenja s uspjehom pokazana je samo kod učenika gimnazijskog programa koja pokazuje da porastom odgovora nikad i ponekad na postavljeno pitanje „Učim svaki dan“ dolazi do pada uspjeha učenika. Razlog zašto su učenici gimnazijskog programa bez obzira na ovu naviku bolji od učenika smjera ekoloških tehničara može se potražiti i u činjenici da nema učenika smjera ekološki tehničar koji često, gotovo uvijek ili uvijek uče svaki dan. Analizom odgovora na ovo pitanje vidljivo je da je više učenica nego učenika koji gotovo uvijek ili uvijek uče svaki dan što može ukazati na veću redovitost u učenju kod učenica nego kod učenika. U skladu s ovim su i rezultati Rakaš- Drljan i Mašić (2013) i Ristić- Dedić i sur, (2017) koji su u svojim istraživanjima potvrdili kako djevojčice pokazuju veću redovitost u učenju i bolje strategije učenja nego dječaci (uče svaki dan, tijekom učenja prave bilješke i ponavljaju staro gradivo, uče na glas, redovito pišu domaću zadaću, sudjeluju na nastavi, odgovaraju u sebi prilikom ispitivanja nekog drugog učenika). U istraživanju o razvijenosti kompetencije učiti kako učiti u hrvatskom obrazovanju (Jokić i sur, 2007) je utvrđeno kako pojam „učenje“ učenici povezuju isključivo uz učenje koje se odvija nakon nastave, a vremensko određenje „svaki dan“ povezuju većinom uz radni tjedan.

Analiza odgovora učenika na pitanje „Uspoređujem novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta“ pokazuje kako učenici gimnazijskog programa u podjednakom omjeru smatraju da ponekada i često uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugim predmeta, dok učenice tog istog programa u najvećem broju smatraju kako često uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta. Za razliku od njih učenici i učenice smjera ekološki tehničar u najvećem broju smatraju kako nikada ne uspoređuju novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta. Razlog njihovog slabijeg uspjeha u provedenoj pisanoj provjeri znanja od učenika gimnazijskog programa može se potražiti i u ovoj činjenici pogotovo što je pisana provjera znanja ispitivala većinom

razumijevanje i primjenu gradiva usvojenog tijekom osnovne škole za što je povezivanje sličnih i različitih sadržaja odnosno koncepata od iznimne važnosti. Hay i sur. (2008) navode kako je razina razumijevanja i primjene stečenog znanja osnova trajnog znanja. Navike ispitivane ovim pitanjem povezane su s uspjehom učenica smjera ekološki tehničar. Porastom učestalosti odgovora nikad na ovo pitanje dovodi do pada u uspjehu utvrđenog pisanom provjerom znanja. Razumijevanju gradiva pridonosi i čitalačka pismenost. Ona se očituje u povezanosti pitanja „Pokušavam odrediti značenje nepoznatih riječi koje susrećem u tekstu“ i uspjeha kod učenica gimnazijskog programa. Učenice gimnazijskog programa u najvećem broju smatraju kako uvijek pokušavaju odrediti značenje nepoznatih riječi koje susreću u tekstu. Učestalost ovog odgovora pridonosi povećanju njihovog uspjeha.

Uspoređujući odgovore svih skupina pojedinih nastavnih programa na pitanje „Mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje“ uočava se kako niti jedan učenik ne smatra da nikada ne može procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje. Učenici gimnazijskog programa u najvećem broju navode kako često mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje dok učenici ekološki tehničari u najvećem broju smatraju kako uvijek mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje. U podjednakom omjeru učenice gimnazijskog programa navode kako gotovo uvijek i uvijek mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje, dok učenice smjera ekološki tehničar navode u podjednakom omjeru kako ponekada i često mogu procijeniti vlastiti rad i napredovanje. Kako u samom pitanju nije određeno na koji način procjenjuju svoj napredak postoji mogućnost da učenici nisu razumjeli ovo pitanje. U školskoj praksi i učenici i učitelji koriste samoprocjenjivanje, samopraćenje i samovrednovanje kao indikatore izvrsnosti koji dovode do unaprjeđivanja kvalitete odgojno- obrazovnog procesa (Bezinović, 2003). Unatoč tome, u hrvatskom školstvu metode samoprocjenjivanja se rijetko koriste jer ih nastavnici smatraju manje objektivnima (Ivanek, 1996). Ipak, poticanje samoprocjenjivanja je od izuzetne važnosti za učenika kako zbog preuzimanja odgovornosti za vlastiti rad tako i zbog postavljanja vlastitih ciljeva u svrhu osamostaljenja.

ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje pokazuje da učenici gimnazijskog programa postižu bolje rezultate u pisanoj provjeri znanja u odnosu na učenike ekološke tehničare. Nije utvrđena razlika u odgovorima ankete između istraživanih skupina. Povezanost navika svakodnevnog učenja s uspjehom ostvarenim u provedenoj provjeri znanja utvrđena je kod učenika gimnazijskog programa. Povezanost navike uspoređivanja gradiva između predmeta i uspjeha utvrđena je kod učenica smjera ekološki tehničar, a povezanost navika određivanja značenja nepoznatih riječi u tekstu i uspjeha utvrđena je kod učenica gimnazijskog programa.

Kako je ovo istraživanje provedeno na manjem uzorku učenika, u budućim istraživanjima trebalo bi proširiti uzorak učenika te napraviti analizu po dobi. Osim navedenoga, bilo bi poželjno provesti anketu kojom će se ispitati što motivira učenika za učenje, kakav je stav učenika kako prema samom činu učenja tako i prema nastavnicima te prikupljeno analizirati po spolu i školskom uspjehu.

METODIČKI ZNAČAJ

Ovo istraživanje pruža nastavnicima konkretnu povratnu informaciju o tome kako učenici doživljavaju nastavu i proces učenja. Također, navedena anketa može ukazati na probleme i nedostatke u

nastavnom procesu koje nastavnik možda i nije svjestan ili ih nije uočio, a također je od koristi svakom nastavniku koji razmišlja o nastavi i radi na njezinom poboljšanju.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se svim učenicima Tehničke škole i prirodoslovne gimnazije Ruđera Boškovića u Osijeku kao i profesorici Mariji Dundović na sudjelovanju u ovom istraživanju.

Ovaj rad je nastao tijekom istraživanja za potrebe izrade diplomskog rada pod nazivom „Ovisnost usvojenosti nastavnog sadržaja i istraživačkog učenja Biologije kod učenika srednje škole“ obranjenog 30. listopada 2017. godine.

LITERATURA

- Arnold, M. 2004. Brainbased learning and Teaching. In U. Herrmann Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen, 182-195. Weinheim und Basel, Beltz Verlag.
- Awang, M., Sinnadurai, S.K. 2010. A study on the development of strategic tools in study orientation skills towards achieving academic excellence. *Journal of Language Teaching and Research*, 2, 60-67.
- Baranović, B. 2006. Društvo znanja i nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje. U B. Baranović, M. Domazet, B. Jokić, I. Marušić, S. Puzić Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj – različite perspektive, 8-37. Zagreb, Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Bezinović, P. 2010. Samovrednovanje škola- konceptualni okvir. U Z. Ristić Dedić, I. Odak, D. Rister, P. Bezinović (ur.) Samovrednovanje škola- prva iskustva u osnovnim školama, 15-48). Zagreb, Agencija za odgoj i obrazovanje/ Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Bonwell, C. C., Eison, J.A. 1991. Active learning: Creating Excitement in the Classroom. Washington DC, George Washington University.
- Bransford, J. D., Perfetto, B. A., Franks, J. J. 1983. Constraints on access in a problem solving context. *Memory and Cognition*, 11, 24-31.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2008. PISA 2006. Prirodoslovne kompetencije za život. Zagreb, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja- PISA centar.
- Brdar, I., Rijavec, M. 1998. Što učiniti kad dijete dobije lošu ocjenu? Zagreb, IEP.
- Bukvić, A. 1982. Načela izrade psiholoških testova. Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Butler, D. L., Winne, P. H. 1995. Feedback and Self-Regulated Learning: A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245-281.
- Butterfield, E., Nelson, G. 1989. Theory and practice of teaching for transfer. *Educational Technology Research and Development*, 37, 5-38.
- Caine, R. N., Caine, G. 1994. Making connections: Teaching and the human brain. Alexandria, ASCD.
- Cindrić, M., Mirković, D., Strugar, V. 2010. Didaktika i kurikulum. Zagreb, IEP.
- Crede, M., Kuncel, N. 2008. Study habits meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science* in Press, 3, 425-453.
- Crooks, T. J. 1988. The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of Educational Research*, 58, 438-481.
- Demir, S., Kilinc, M., Dogan, A. 2012. The effect of curriculum for developing efficient studying skills on academic achievements and studying skills of learners. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4, 427-440.
- Fazal, S., Shaikat, H., Iqbal Majoka, M., Sobia, M. 2012. The role of academic skills in academic achievement of students: A closer focus on gender. *Pakistan Journal of Psychological Research*, 27, 35-51.
- Felder, M. R., Prince, J. M. 2006. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95, 123-138.
- Felder, M. R., Prince, J. M. 2007. The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36, 14-20.
- Good, T. L., Brophy, J. E. 2003. Looking in Classrooms. Boston, Allyn and Bacon.
- Gucek, M. 2017. Ovisnost usvojenosti nastavnog sadržaja i istraživačkog učenja Biologije kod učenika srednje škole. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.
- Hay, D., Kinchin, I., Lygo-Baker, S. 2008. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education*, 3, 295-311.
- Ivanek, A. 1996. Ocjenjivanje u funkciji optimalnog razvoja učenika. U Vrgoč, H. (ur.) Pedagogija i hrvatsko školstvo: jučer i danas, za sutra, 239-253. Zagreb, Hrvatski pedagoško-književni zbor.
- Jensen, E. 2003. Super- nastava: nastavne strategije za kvalitetnu školu i uspješno učenje. Zagreb, Educa.
- Labak, I., Merdić, E., Radanović, I. 2013. Povezanost aktivnih strategija rada u pojedinačnom i blok satu s usvojenošću nastavnog sadržaja biologije. *Sociologija i prostor*, 3, 509-521.
- Nagaraju, M. T. 2004. Study Habits of Secondary School Students. New Delhi, Darya Ganji.
- Nouhi, E., Shakoobi, A., Nakhei, N. 2008. Study habits and skills, and academic achievement of students in Kerman University of medical sciences. *Journal of Medicine Education*, 12, 77-80.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 2007. PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Paris, OECD Publishing.
- Račić, M. 2013. Modeli kompetencija za društvo znanja. *Suvremene teme*, 6, 86-100.
- Rakaš- Drljan, A., Mašić, I. 2013. Navike učenja i stavovi prema učenju. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*, 4, 549-565.
- Ristić Dedić, Z., Jokić, B., Matić, J., Košutić, I., Šabić, J. 2017. Kakve su navike učenja, obrasci pisanja (prepisivanja) domaćih zadaća i percepcija meritokracije? - Populacijska perspektiva: Krapinsko-zagorska, Međimurska, Varaždinska i Zagrebačka županija. Zagreb, Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Ristić Dedić, Z., Jokić, B., Šabić, J. 2011. Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Biologije. Zagreb, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja i Institut za društvena istraživanja.
- Velički, V., Topolovčan, T. 2017. Neuroznanost, nastava, učenje i razvoj govora. U M. Matijević *Nastava i škola za net-generacije*. Zagreb, Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Vizek- Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović-Štetić, V., Miljković, D. 2003. *Psihologija obrazovanja*. Zagreb, IEP-Vern.
- Willms, J. D. 2006. Variation in socioeconomic gradients among cantons in French and Italian-speaking Switzerland: Findings from the OECD PISA. *Educational Research and Evaluation*, 12, 129-154.
- Zarevski, P., Kujundžić, S., Lasić, A. 2002. Opća informiranost pripadnika različitih socio-demografskih skupina. Zagreb, Sociološko društvo Hrvatske.

UNDERSTANDING OF LIFE CYCLES AND FERTILIZATION DURING LEARNING BIOLOGY IN PRIMARY SCHOOL

Monika Golubić¹, Valerija Begić², Žaklin Lukša³, Petra Korac⁴, Ines Radanović⁴

¹ Primary school Sunja, Ljudevita Posavskog 55 a, 44 210 Sunja, Croatia
golubic.monika@gmail.com

² Primary school Sesevski Kraljevec, Školska 10, Zagreb, Croatia

³ Gymnasium Josip Slavenski Čakovec, V. Nazora 34, 40 000 Čakovec, Croatia

⁴ Faculty of Science, University of Zagreb, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the conceptual understanding of the macro concept of Reproduction and organism development among students of the 7th and 8th grade of primary schools, based on students' answers to questions in relation to the macro concept of Reproduction and organism development at the regional competition in Biology in 2015 and 2017. Analysis of the students' answers included specific coding of the answers and interpreting the biological importance and meaning of each answer. Problems and misconceptions in relation to the concept of reproduction were singled out and explained. The analysis showed there is a problem with understanding the concept of reproduction and the misconceptions based around the key concept of cell life cycle, as well as misunderstandings of the concept of fertilization were observed as most prominent. Misconceptions found in this study show the necessity of changing the organization of contents taught in primary school biology and the need for using new teaching strategies, based on the students' activity and individual work.

Keywords: *conceptual understanding, macro-concept Reproduction and development of the organism, 7th and 8th grade (age 13 – 14), students' competition, problems and misconceptions*

INTRODUCTION

In Croatia, as well as in other countries, it was shown that during learning biology, students tend to be more successful solving questions which are examining their competences on lower cognitive levels (Garašić et al, 2013; Wood, 2009; Momsen et al, 2010). The cause of that can partially be the in the way that students are examined, because the examining teachers often make up questions of higher difficulty, but lower cognitive level and they find it hard to see the difference between the level of difficulty of a question and its cognitive level. When conceptual understanding is examined, the questions should be formed so that the ground concept for a certain field is the center, and the distractors should be developed so that they represent widely accepted misconceptions (Garvin-Doxas et al, 2007, according to Lukša, 2011). Tanner and Allen (2005) claim that students' wrong answers are the best tool in teaching and creating successful learning and acquiring knowledge. Because of that, it is important to examine students before learning new contents in order to determine their preconceptions and misconceptions, and to determine conceptual shifts at the end of the teaching and learning cycle.

The questions in the Regional competition in biology are connected to the contents of Biology in 7th and 8th grade of primary school, which are set by the National plan and programme for primary school (MZOŠ, 2006). Macro concept Reproduction and organism development is a part of the contents of teaching in subjects Nature and Biology, for students in 4th to 8th grade in primary schools.

The aim of this study was to analyze students' answers to questions in the written exam in Regional competition in biology in order to determine the conceptual understanding of macro concept Reproduction and organism development among students of 7th and 8th grade of primary schools. In order to accomplish the goal, this study aims to:

- ☛ determine the uniformity of evaluation of the regional and country commission in evaluation of students' answers
- ☛ analyse students' answers to determine the accuracy and level of understanding in each answer and to determine the meaning of the answer in the context of conceptual understanding
- ☛ determine the expected misconceptions for the macro concept Reproduction and organism development for Biology in 7th and 8th grade of primary school.

METHODS

The study was conducted in analyzing students' answers in the Regional competition in Biology for students of the 7th grade of primary school in 2017 and the answers of students in the 7th and 8th grade in the Regional competition in 2015, for the questions concerning the macro concept *Reproduction and organism development*. Twenty per cent of the most successful students' exams in each county were singled out.

For the questions that were chosen, each answer was evaluated by criteria in accuracy and level of understanding according to a adapted methodology by Radanović et al (2017a). A methodology of specific coding of biological meaning of correct and incorrect answers according to Radanović et al (2017b) was used for additional analysis and answer interpretation in the context of conceptual understanding of biological concepts.

The students were divided into success classes based on their percentile success in solving the exam in the Regional competition according to Radanović et al (2017a), which allowed determining misconceptions based off the incorrect answers in the written examination.

Statistical analysis and charts were made using Microsoft Excel and on-line StatsToDo. For determining distribution of the incorrect answers among the success classes for each question, χ^2 test (Chi Sq) was used, and the differences in frequencies for each student success class as well as partial answers were analyzed using Friedman two-way variance analysis for nonparametric data (F). Because of insufficiently large study sample, the classes of students which contained less than three students were not included in the analysis of determining misconceptions based on incorrect students' answers. The connection between variables was determined by correlation indexes, Pearson correlation index (r) for cases of linear correlation and normal distribution, and Spearman correlation coefficient (ρ) to determine the correlation of success in solving the exam and the cognitive level of the questions. Pearson's correlation coefficient was used to determine the correlation of evaluating students' answers in Regional competitions for regional and country commissions. The results of correlative connections were interpreted using a scale according to Hopkins (2000).

RESULTS AND DISCUSSION

For the macro concept *Reproduction and organism development* in the Regional competitions, there were 7 questions in total for the 7th grade exams in 2015 and 2017, and 9 questions in the 8th grade

exam in 2015. For 5 of those questions, problems during learning and teaching were determined as well as the possibility of misconceptions regarding the concepts of *cell life cycle* and *fertilization*.

For the macro concept *Reproduction and organism development*, no questions of the third cognitive level were included. The representation of key concepts within this macro concept is in accordance with the representation of the same key concepts in teaching contents for primary school Biology, and the questions were made to examine the learning outcomes set by the National plan and program for primary school (MZOS, 2006), and similar outcomes were also set by the examination catalogue for the State graduation exam (Radanović et al, 2015). The results support the conclusion made by Begić et al (2016), that there is an evident necessity to change the teaching program because of the unbalanced representation of macro concepts in biology. In addition, it is necessary to facilitate connecting biological disciplines supported by teaching subjects, in order to ensure conceptual building and systematization of conceptual understanding.

In biology teachers' expert councils, the teachers pointed out expected misconceptions that were seen at the end of primary school education of their students (Lukša et al, 2013). The teachers selected misconceptions: "the students do not know the difference between meiosis and mitosis"; "they do not know the difference between the number of chromosomes in body cells and reproductive cells"; "they make no connection between meiosis and mitosis with body and reproductive cells", which is to be used as a basis for comparison with the results of this study.

The questions for the 7th grade in 2015 and 2017 mostly examined the key concept of *cell life cycle*, but a portion of the answers only point to problems, but not misconceptions. For the expected misconception "they do not know the difference between the number of chromosomes in body cells and reproductive cells", the misconceptions were determined for the students examined in 2017. The same concept was examined in 2015 using a different type of questions and the same misconception was not found, but it was determined that the students lacked knowledge of the 1st and 2nd cognitive level. The results agree with the analysis made by Garašić (2012), which shows that the average acquired knowledge of biology among Croatian students are below 50 %, with the majority of knowledge being on the first cognitive level and the amount of knowledge acquired dropping as the cognitive level increases.

The expected misconception "they make no connection between meiosis and mitosis with body and reproductive cells" was not found among the student sample in this study. Overall, there is an accordance of the results of this study with earlier studies, in which the majority of problems that are related to the macro concept *Reproduction and organism development* concern the concept of *cell life cycle* (Lukša et al, 2016), and mostly relate to meiosis, specifically the importance of the change in the number of chromosomes in a cell undergoing meiosis. Considering the fact that cell divisions are repeated in learning biology in primary school and high school, and the same problems arise with students after completing high school education, the causes of these problems can be searched for in the traditional manner of teaching cell division, which often include very detailed descriptions of processes involved (Lukša, 2011; Lukša et al, 2016).

Some questions that are used to examine the roles of cell divisions can be solved incorrectly not because of the lack of understanding, but because of switching the names of cell divisions or forgetting them, which happens often with students, as Garašić (2012) points out. In a part of the 8th

grade student sample an incorrect thinking was observed, which claims that all the chromosomes in body cells are autosomes and the same mistake appears again in the 3rd and 4th grade of high school, according to Garašić (2012). The same study shows that 4th grade students show problems in making connections between the number of DNA molecules in human body and reproductive cells. This problem also appears among 8th grade students in the competition in 2015.

Successful students will continue to be successful, with no regards to the support received from their teacher, which is confirmed by results of Lugar and Mustač (2016), claiming that the most successful students in competitions are more successful in solving questions of higher cognitive levels, which is a consequence of conceptual understanding and understanding and application of causal links. Most 8th grade students that participated in regional competition show a good understanding of the number of chromosomes in a cell after mitosis and meiosis. In the national exams that were conducted in 2008, only 1/5 students answered correctly to several questions examining the concept (Radanović et al, 2010). Taking into consideration that only 20 % of the most successful students' exams in Regional competition of each county were analyzed, and the same students did show an understanding of the change in chromosome number during the *cell life cycle*, it can be said that the results of the two studies and in accordance and there is no large difference in understanding the number and structure of chromosomes in *cell life cycles* between the generations of students.

A part of 8th grade student participants in the Regional competition in 2015 showed wrong understanding of the fertilization process, which was tested with several questions in the written exam. In previous studies, there were no questions related to the concept of *fertilization* so no problems in understanding had been determined. Taking into consideration that this study included the answers of 20 % of most successful students in the Regional competition, the understanding of fertilization process should be tested in the entire generation of 8th grade students.

For the most part, macro concept *Reproduction and organism development* was represented with questions of 2nd cognitive level, or the level of application and conceptual understanding, in the regional competition. In solving more complex questions, students usually show partial conceptual understanding. The cause of that can be found in the way of learning and teaching biology which is still widely accepted in Croatian schools, which requires a large amount of reproductive knowledge that is only partially built up and made more complex in a higher cognitive level. In regional competitions, however, the recommended questions ratio is approximately 1/5 of questions in the 1st cognitive level, 2/3 in the 2nd cognitive level and 1/3 of questions in the 3rd cognitive level (Radanović et al, 2013). In all three written exams, students solved the questions of the 1st cognitive level the best, unrelated to the difficulty of the question, while the number of correct answers declines in the questions of higher cognitive levels (Begić et al, 2016; Lugar and Mustač, 2016). In this study it was shown that, despite the recommendations, questions in the 1st cognitive level still appear in regional competitions, which is to be avoided considering the participants are very successful students who have above-average results in their biology classes. However, a combination of 1st level questions that test key facts can be included in questions of higher cognitive levels, as shown in question 22 in the competition in 2015. Chosen questions for the Regional competition in biology for the 8th grade were related to the concept of heredity in organisms and in cells, as well as human reproduction. None of the chosen questions were of the 3rd cognitive level.

CONCLUSION

Students are better at solving questions of a lower cognitive level and the questions that do not require conceptual understanding. They are better at solving questions of a higher cognitive level if reproductive knowledge is sufficient for solving a part of the problem, or if elimination of incorrect answers and making logical conclusions can be used to determine the correct answer.

Several misconceptions were determined, and they are strongly related to the concept of *cell life cycle*. The students have most difficulties with understanding the role of mitosis and meiosis in growth, organism development and reproduction. Students have difficulties with connecting the key concept of *cell life cycle* with other key concepts in the macro concept *Reproduction and organism development*. Most incorrect answers relating to this macro concept stem from insufficient knowledge, wrong connections in creating knowledge and wrong understanding of the question, and not from misconceptions, which is related to problems in learning and teaching biology in the traditional methods of teaching in Croatian schools. 8th grade students show wrong understanding of the concept of *fertilization* and the relation of chromosomes and DNA molecules in a cell, which confirms the results of earlier studies.

Bad results are related to superficial mentioning of said concepts during learning and teaching biology, mostly in a traditional way of teaching and point to a necessity of change in creating biology classes and applying new teaching strategies that rely on students' independent work.

LITERATURE

- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. 2016. Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2, 13-42.
- Garašić, D. 2012. Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja: doktorska disertacija Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 348 str.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*, Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (ur.). Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, 211-239.
- Hopkins, W.G. 2000. A new view of statistics. Internet Society for Sport Science. <http://www.sportsci.org/resource/stats/> preuzeto 15.09.2017.
- Lugar, L., Mustać, A. 2016. Uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju pisanih zadataka iz biologije. *Educ. biol.*, 2, 49-66.
- Lukša, Ž. 2011. Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepta u biologiji: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptualnog okvira za biologiju, *Život i škola*, br. 30, 2, 156-171.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 154, 4, 527-548.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2016. Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*. 13,3, 143-160.
- Momsen, J.L., Long, T.M., Wyse, S.A., Ebert-May, D. 2010. Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills CBE—Life Sciences Education. 9, 435-440.
- MZOŠ 2006. Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
- Radanović, I., Čurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P. & Valjak, M. 2010. Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Sumpor, D., Mustać A. 2013. Preporuke za autore i recenzente provjera natjecanja u znanju biologije. HBD. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf>. 31.7.2017.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. 2015. Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb. 53 pp.

- Radanović I., Lukša Ž., Begić V., Bastić M., Gotlibović G., Kapov S., Pavunec S., Toljan M. 2017.a Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije školskih godina 2013./2014. i 2014./2015. NCVVO Zagreb, 101 str.
- Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić LJ., Sertić Perić M., Toljan M. 2017.b Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb, 212 pp.
- Radanović, I., Lukša, Ž., Garašić, D., Sertić Perić, M., Gavric, B., Begić, V., Novoselic, D. 2017.c The effect of learning experiences using expert concept maps on understanding cell division processes..— ESERA (European Science Education Research Association), Dublin. Ireland.
- Tanner, K., Allen, D. 2005, Approaches to Biology Teaching and Learning: Understanding the Wrong Answers—Teaching toward Conceptual Change. *Cell Biology Education*, 4, 112–117.
- Wood, W.B. 2009. Revising the AP biology curriculum. *Science* 325, 1627–1628.

RAZUMIJEVANJE ŽIVOTNOG CIKLUSA I OPLODNJE TIJEKOM UČENJA BIOLOGIJE U OSNOVNOJ ŠKOLI

Monika Golubić¹, Valerija Begić², Žaklin Lukša³, Petra Korać⁴, Ines Radanović⁴

¹ Osnovna škola Sunja, Ljudevita Posavskog 55 a, 44 210 Sunja

golubicmonika@gmail.com

² Osnovna škola Sesvetski Kraljevec, Školska 10, 10 000 Zagreb

³ Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, V, Nazora 34, 40 000 Čakovec

⁴ Biološki odsjek Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja je odrediti usvojenost i konceptualno razumijevanje makrokoncepta Razmnožavanje i razvoj organizma među učenicima 7. i 8. razreda osnovnih škola, na temelju učeničkih odgovora na pitanja uz makrokoncept Razmnožavanje i razvoj organizma na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. i 2017. godine. Analiza učeničkih odgovora uključivala je specifično kodiranje odgovora i tumačenje biološkog značenja odgovora učenika. Izdvojeni su i objašnjeni problemi koje učenici pokazuju u svojim odgovorima kao i njihove miskonceptije vezane uz koncept *razmnožavanje*. Utvrđeno je i opisano postojanje niza problema kod usvojenosti koncepta razmnožavanje te su kao najizraženije uočene miskonceptije uz ključni koncept *životni ciklus stanice i organizma* te kod razumijevanja koncepta *oplođnje*. Utvrđene miskonceptije ukazuju na nužnu promjenu organizacije nastavnih sadržaja biologije, kao i na potrebu uvođenja novih nastavnih strategija s naglaskom na aktivnost i samostalni rad učenika.

Ključne riječi: konceptualno razumijevanje, makrokoncept Razmnožavanje i razvoj organizma, 7. i 8. razred osnovne škole, natjecanje učenika, problemi i miskonceptije

UVOD

Da bi se u nastavi kod učenika uspješno utvrdila i otklonila prisutnost odstupanja od znanstvenih konceptata, u nastavi se sve više teži koristiti aktivne metode učenja umjesto tradicionalnog, predavačkog oblika nastave. Prema Tanner i Allenu (2005), poučavanje se treba prilagoditi učenicima, odnosno onome što oni "znaju" – njihovim predkonceptijama i miskonceptijama, koje se tijekom formalnog obrazovanja trebaju rekonstruirati i proći konceptualnu promjenu do znanstvenih koncepta (Lukša, 2011). Za ostvarenje konceptualnog pristupa nastavi biologije, potrebno je definirati konceptne okvire. Konceptni okviri se u svijetu predlažu na nacionalnoj razini kao standardi za prirodne znanosti (Lukša, 2011). Konceptni okvir ima ulogu formiranja temelja za razumijevanje pojedine znanstvene discipline, koji se potom sadržajno prilagođavaju učenicima na temelju njihovih mogućnosti, interesa, potreba i dobi (Lukša i sur, 2013). Konceptni okviri sadrže temeljne koncepte (makrokoncepte) koje učenici trebaju razumjeti, a koji se u nastavi mogu razraditi na nižim razinama. Wood (2009) navodi da u nastavi biologije, nakon primjene konceptnih okvira i konceptualnog pristupa u nastavi, više nije potrebno obrazlagati sve primjere za neki koncept, već je princip dovoljno objasniti na jednom primjeru te očekivati od učenika da ga razumiju i primijene na druge primjere. Od nastavnika se očekuje da iz svakog makrokoncepta ili ključnog koncepta definiranog prema korištenom konceptualnom okviru, definira specifične ishode učenja i osnovne koncepte, a učenje treba temeljiti na međusobnom povezivanju konceptata i njihovom integriranju na višoj razini (Wood, 2009). Pritom se iz nastave isključuju detalji i brojnost činjenica u nastavnom sadržaju.

U Hrvatskoj se, kao i u svijetu, pokazalo da učenici u nastavi biologije uglavnom ostvaruju dobre rezultate u pitanjima u kojima se provjeravaju njihove kompetencije na nižim kognitivnim razinama

(Garašić i sur, 2013; Wood, 2009; Momsen i sur, 2010). Uzrok tome djelomično se može pronaći u načinu ispitivanja, jer nastavnici/ispitivači često sastavljaju pitanja veće razine težine, ali na nižim kognitivnim razinama te im je teško uočiti razliku između težine zadatka i njegove kognitivne razine. Nekoliko je istraživanja pokazalo da se utvrđivanjem učeničkih miskoncepcija i promjenama nastavnog pristupa na temelju tih rezultata može smanjiti broj učeničkih miskoncepcija (Michael i sur, 2002; Modell, 2000; Modell i sur, 2005). Navedena i slična istraživanja nude rezultate koji pokazuju veliku sličnost i dosljednost miskoncepcija na širokom uzorku, stoga se mogu iskoristiti kao polazišna točka za kreiranje nastave s promijenjenim načinom poučavanja u svrhu postizanja konceptualne promjene kod učenika.

S obzirom da se još uvijek nedovoljno ispituje konceptualno razumijevanje učenika, prethodno opisani biološki konceptni okviri trebali bi se koristiti kao instrument upravo za oblikovanje zadataka kojima će se provjeravati konceptualno razumijevanje. U tu svrhu nastavnici često u nastavu uvode istraživački pristup, koji se međutim nije pokazao uspješnim za uklanjanje pogrešnih koncepcija (Barker i Carr, 1989). Isti autori predlažu konstruktivistički pristup nastavi u kojem se utvrđuju predkoncepcije učenika, a na primjeru fotosinteze utvrđeno je da čak 71 % učenika po završetku nastave postiže konceptualno razumijevanje. Osim toga, nastavne strategije koje zahtijevaju aktivni angažman učenika smatraju se korisnijima i efikasnijima u otklanjanju miskoncepcija i dostizanju konceptualne promjene. Jedan od najučinkovitijih pristupa jest učenje otkrivanjem, koje povećava mogućnosti suočavanja s miskoncepcijama (Lorenzo i sur, 2006, Lukša, 2011), a kao rezultat ima bolje vještine u znanstvenom rasuđivanju i konceptualno razumijevanje. Bez obzira na to što se stručnjaci slažu da je ova strategija poučavanja izrazito korisna i efikasna, njena primjena u nastavi u svim razinama obrazovanja još uvijek nije raširena.

Pri ispitivanju konceptualnog razumijevanja, pitanja se trebaju formirati tako da se u središte postavi osnovni koncept za određeno područje, a distraktori bi trebali biti razvijeni tako da prikazuju široko prihvaćene miskoncepcije (Lukša, 2011). Tanner i Allen (2005) tvrde kako su učenički pogrešni odgovori najbolji alat u poučavanju i kreiranju uspješnog učenja i usvajanja znanja. Zbog toga je važno učenike ispitati prije usvajanja nekog nastavnog sadržaja, da bi se utvrdile njihove predkoncepcije i miskoncepcije, te na kraju nastavnog ciklusa utvrdilo je li postignuta konceptualna promjena. Korištenje konceptualnih mapa u nastavi omogućuje jasniji uvid u razlike među učeničkim strukturama znanja (Ruiz-Primo i sur, 2001) te se mogu primijeniti kao alat za procjenu znanja i konceptualnog razumijevanja kod učenika (Novak i Cañas, 2008). Korištenje konceptualnih mapa pri učenju kod učenika hrvatskih srednjih škola pokazalo se uspješnom metodom učenja, jer su učenici koji su učili uz konceptualne mape u usporedbi s tradicionalnim metodama pokazali bolje rezultate pri ispitivanju znanja viših kognitivnih razina, a pokazana je i bolja retencija znanja (Latin i sur, 2016).

U Republici Hrvatskoj se kao mjerilo uspješnosti obrazovanja u prirodoslovnom području, a tako i biologiji, u posljednje vrijeme koriste rezultati raznih ispita koje provodi Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja te PISA istraživanja provedena 2009., 2012. i 2015. godine (Braš Roth i sur, 2017). Međutim, ispitivanja znanja hrvatskih učenika osnovnih i srednjih škola (nacionalni ispiti 2007./2008.; državna matura od 2008. do 2015.) velikim dijelom zasnivaju se na pitanjima različite težine, međutim većinom orijentiranim na reprodukciju znanja, a vrlo malo na provjeru primjene znanja i vještina (Radanović i sur, 2010, 2017a; Ristić-Dedić i sur, 2011). Na Nacionalnim ispitima (2007./2008.), gdje su sastavljači pitanja bili nastavnici s dugogodišnjom praksom, vidi se relacija programa nastave biologije u školi koji se temelji na velikom opsegu činjenica i pojmova, a ne na

gradnji konceptualnog razumijevanja. Radanović i sur. (2010) navode kako se na temelju analize navedenih ispita preporuča izmjena nastavnog programa prirode i biologije, koja bi se trebala orijentirati na konceptualno razumijevanje i razvoj prirodoslovne pismenosti (Radanović i sur, 2017a i b).

Pitanja koja se pojavljuju na Županijskom natjecanju iz biologije povezana su s nastavnim sadržajem biologije u 7. i 8. razredu osnovne škole, propisanim Nastavnim planom i programom za osnovnu školu (MZOŠ, 2006). Nastavni sadržaji i nazivi nastavnih tema u ovom radu odnose se na teme propisane istim dokumentom. Makrokoncept Razmnožavanje i razvoj organizma zastupljen je u nastavnim sadržajima prirode i biologije za učenike od 4. do 8. razreda osnovne škole. Ključni koncepti razmnožavanja pojavljuju se u različitoj zastupljenosti u nastavnim sadržajima za pojedini razred, a oni bi se kroz nastavu biologije trebali međusobno povezivati i nadograđivati da bi se uspješno izgradilo konceptualno razumijevanje njih samih, ali i krovnog makrokoncepta.

Uz redovite pisane provjere znanja u nastavi, jedan od načina provjere znanja su i natjecanja učenika. Natjecanje se organizira uz odobrenje MZO prema uputama u Katalogu natjecanja (HBD, 2017). Natjecanje učenika osnovnih škola u znanju biologije provodi se pisanim ispitima koje izrađuje Državno povjerenstvo (HBD, 2017), a prema Nastavnom planu i programu za osnovnu školu (2006) te u skladu s udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i obrazovanja za tekuću školsku godinu. Učenici koji sudjeluju na natjecanju iz biologije jesu učenici s velikim interesom za nastavu biologije koji u pravilu ostvaruju izvrsne rezultate u nastavi. Ispitivanje znanja na natjecanju učenika u biologiji obavlja se pisanim ispitom koji sadrži pitanja različitih tipova, različitih kognitivnih razina i razina zahtjevnosti zadatka (Radanović i sur, 2013). Na osnovu analize uspješnosti učenika na Županijskom natjecanju iz biologije za 7. razred 2015. godine (Begić i sur, 2016) sudjelovalo je 148 učenika, a ukupna prosječna riješenost ispita jest 64,44 %. Prema županijama, prosječno su najuspješniji učenici Krapinsko-zagorske županije. Pritom su dječaci bili uspješniji s prosječnom riješenosti provjere 64,37 %, dok su djevojčice ostvarile prosječnu riješenost provjere 62,02 %. Prema Lugar i Mustać (2016) na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. godine sudjelovalo je 113 učenika 8. razreda. Najveći broj učenika dolazi iz Grada Zagreba. Ukupna prosječna riješenost ispita je 69,90 %. Prema županijama, najuspješniji su bili učenici Krapinsko-zagorske županije. Pritom su uspješniji bili dječaci sa srednjom riješenosti provjere 71,56 %, dok su djevojčice ostvarile srednju riješenost 69,13 %.

Analiza odgovora učenika na pitanja postavljena na pisanom ispitu Natjecanja iz biologije omogućuje uvid u pogrešno razumijevanje nastavnih sadržaja biologije kod izrazito uspješnih učenika te predviđanje miskoncepcija koje treba imati na umu pri planiranju nastave biologije u školama.

U provedenim analizama nije obuhvaćena detaljna analiza odgovora učenika i njihovo značenje za učenje i poučavanje biologije. Stoga je cilj ovog istraživanja je analizirati učeničke odgovore na pitanja pisanog ispita znanja na Županijskom natjecanju iz biologije da bi se utvrdila usvojenost i konceptualno razumijevanje makrokoncepta Razmnožavanje i razvoj organizma među učenicima 7. i 8. razreda osnovnih škola. U svrhu ostvarenja cilja, istraživanjem se želi:

- ☛ utvrditi ujednačenost procjena između županijskog i državnog povjerenstva u procjeni odgovora učenika
- ☛ analizirati učeničke odgovore na način da se utvrdi točnost i razina razumijevanja svakog pojedinog odgovora uz pitanja vezana za razumijevanje životnog ciklusa i oplodnje te odredi značenje odgovora u kontekstu konceptualnog razumijevanja.

Utvrđeni problemi pri učenju i poučavanju ukazat će nastavnicima biologije na promjene koje su neophodne u planiranju nastave u osnovnoj školi da bi se uspješno otklonile miskonceptije i omogućila kvalitetna izgradnja koncepta *Razmnožavanje i razvoj organizma*.

MATERIJALI I METODE

Za potrebe istraživanja provedena je analiza ispita 20% najuspješnijih učenika na županijskom natjecanju iz biologije 7. razreda osnovne škole 2017. godine, te 7. i 8. razreda 2015. godine. Uzorak od 20% je prigodan jer su samo testovi najuspješnijih učenika prema rezultatima dostavljeni Držanom povjerenstvu koje je provelo ponovno ispravljanje s ciljem usklađivanja kriterija u svim županijama. Analizirani su rezultati odgovora pa izdvojenim pitanjima koja provjeravaju makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma*. Za izdvojena pitanja određen je tip zadatka, ključni i specifični koncepti 1 i 2 te ishodi učenja koji se provjeravaju prema Ispitnom katalogu državne mature iz biologije (NCVVO, 2017), kao postojećem konceptualnom okviru učenja biologije u Republici Hrvatskoj. Svaki odgovor dodatno je procijenjen prema kriterijima točnosti i razini razumijevanja prema prilagođenoj metodologiji Radanović i sur. (2017). Za dodatnu analizu i interpretaciju odgovora učenika u kontekstu konceptualnog razumijevanja bioloških koncepata korištena je metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih odnosno netočnih učeničkih odgovora prema Radanović i sur. (2016.).

Tablica 1. Skale za procjenu točnosti, razine razumijevanja te problema i miskonceptija u učeničkim odgovorima

TOČNOST	T	RAZINA RAZUMIJEVANJA	RR	PROBLEMI I MISKONCEPCIJE	PIM
napredno razmišljanje	8	besmisleno	0	moгуća miskonceptija	3
potpuni traženi odgovor	7	konceptualno nerazumijevanje	1	problem pri učenju ili poučavanju	2
djelomično točno	6	reprodukcija	2	problem zbog memoriranja	1
krivo ili nespreno napisano, ali točno razmišljanje	5	prepoznavanje	3	točno ili djelomično točno razmišljanje	0
ispravljeno u točno	4	primjena	4	nema odgovora	9
reproduktivno, djelomično točno	3	djelomično konceptualno razumijevanje	5		
točno ispravljeno u netočno	2	konceptualno razumijevanje	6		
prenesen dio pitanja	1	nema odgovora	9		
netočno	0				
nema odgovora	9				

Prema provedenoj analizi izdvojena su pitanja vezana uz koncept *Razmnožavanje i razvoj organizma* te utvrđene miskonceptije učenika kao i pogrešno razumijevanje nastavnih sadržaja vezanih uz taj koncept. Učenici su prema ukupnom uspjehu u rješavanju provjere znanja na županijskom natjecanju podijeljeni u klase riješenosti na osnovu postignutog postotnog uspjeha pri rješavanju provjera prema Radanović i sur. (2017) te je time omogućeno utvrđivanje miskonceptija na razini pogrešnih odgovora na pitanja u pisanoj provjeri znanja. O pojavi miskonceptija možemo govoriti kada se pogrešno razumijevanje kroz učenički odgovor identificira podjednako kod svih skupina učenika prema klasama riješenosti provjere, a osobito ako se neko pogrešno razmišljanje podjednako pojavljuje kod učenika koji su provjeru riješili slabo i onih koji su bili vrlo uspješni. Za pitanja vezana uz makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma* određena je kognitivna razina i procjena težine pitanja prema Radanović i sur. (2017). S obzirom da su uz koncepte životnog ciklusa i oplodnje uočeni problemi pri odgovorima učenika na više pitanja, upravo su ta pitanja izdvojena i detaljno analizirana s ciljem utvrđivanja razloga uočenih problema kao i mogućnosti za njihovo eventualno otklanjanje.

Statističke analize i grafički prikazi su izrađeni uz pomoć programskog paketa analize podataka Microsoft Excel i on-line StatsToDo. Za utvrđivanje distribucije pogrešnih odgovora između klasa

riješenosti svakog pitanja korišten je χ^2 test (Chi Sq), a razlike frekvencija pojedinih klasa učenika prema ukupnoj uspješnosti kao i parcijalnih odgovora na pitanja analizirane su Friedmanovom dvosmjernom analizom varijance za neparametrijske podatke (F). Zbog nedovoljno velikog uzorka, kada je u klasama bilo manje od 3 učenika (slika 1), te su klase izuzete iz analize pri utvrđivanju postojanja miskoncepcija na osnovu pogrešnih odgovora učenika. Povezanosti varijabli utvrđene su uz pomoć indeksa korelacije, Pearsonov koeficijent korelacije (r) u slučajevima linearne povezanosti i normalne distribucije, a pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije (ρ) utvrđena je povezanost uspješnosti pri rješavanju provjere i odgovarajuće kognitivne razine pitanja. Pearsonovim koeficijentom korelacije određena je međusobna povezanost vrjednovanja učeničkih odgovora na županijskim natjecanjima između županijskog i državnog povjerenstva. Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti korištena je skala prema Hopkinsu (2000).

REZULTATI

Procjena točnosti odgovora i vrjednovanje gotovo se u potpunosti podudara kod nastavnika u županijskim povjerenstvima s nastavnicima u državnom povjerenstvu pri vrjednovanju provjera 2015. ($r = 0,99$). Za županijsko natjecanje 2017. godine utvrđena je visoka razina podudarnosti procjene točnosti učeničkih odgovora na razini županijskog i državnog povjerenstva ($r = 0,58$).

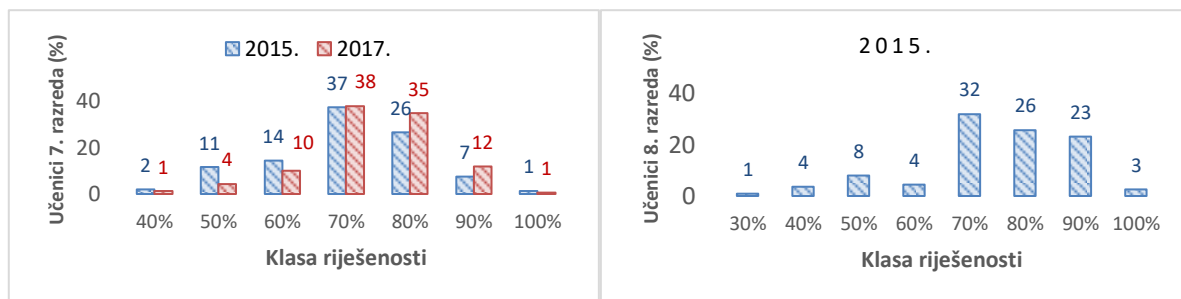
Neslaganja županijskog i državnog povjerenstva kod procjene i bodovanja odgovora učenika na županijskom natjecanju 2017. godine vezana su uz pitanja otvorenog tipa II. i III. kognitivne razine. U tim su se slučajevima učenici imali priliku slobodno izražavati što je utjecalo na procjenu točnosti odgovora koja se razlikuje na razini županijskog i državnog povjerenstva. Moglo se uočiti kako državno povjerenstvo u većini slučajeva učeničke odgovore na pitanja otvorenog tipa boduje s više bodova od županijskog povjerenstva. Razlog tome može se pronaći u strogom tumačenju smjernica za vrjednovanje odgovora od strane nastavnika u županijskom povjerenstvu, a bez dovoljno jasne diskusije o drugim mogućnostima tumačenja odgovora. U slučajevima gdje se dodijeljeni broj bodova na dvije razine povjerenstva razlikuje, nastavnici u županijskom povjerenstvu nisu uvažavali točne odgovore učenika koji nisu izraženi na način vrlo sličan ili jednak predloženom točnom odgovoru u smjernicama za vrjednovanje. Državno povjerenstvo uvažavalo je sve točne odgovore učenika, ako je njihovo značenje bilo odgovarajuće za postavljeno pitanje. Također se moglo uvidjeti kako se neslaganja u bodovanju uglavnom pojavljuju kod učenika iz istih županija. U slučajevima kada je državno povjerenstvo umanjilo broj dodijeljenih bodova učenicima, radilo se o pogrešnom vrjednovanju odgovora na pitanja otvorenog tipa, gdje su učenici trebali odgovoriti jednom riječju ili brojem. U tim su pitanjima točni odgovori bili precizno propisani u smjernicama za vrjednovanje, a nastavnici županijskog povjerenstva priznavali su i drugačije odgovore kao točne.

Na Županijskom natjecanju iz biologije 2017. godine sudjelovalo je 162 učenika 7. razreda. Najveći broj učenika koji su sudjelovali na županijskim natjecanjima za 7. razred dolazi iz Međimurske županije i Grada Zagreba. Za županijsko natjecanje 2017. godine, ukupna prosječna riješenost ispita jest 69,51 %. Prosječno su najuspješniji bili učenici Zagrebačke županije. Kao i 2015. godine, dječaci su prosječno bili uspješniji u rješavanju ispita od djevojčica, s prosječnom riješenosti provjere 73,56 %, dok je kod djevojčica prosječna riješenost iznosila 68,78 %. Takav rezultat upućuje da na natjecanje iz biologije pristupaju djevojčice u većem rasponu sposobnosti te manji broj visoko zainteresiranih dječaka.

U svim izdvojenim pitanjima određena je velika povezanost vrjednovanja odgovora županijskog i državnog povjerenstva, kod pitanja višestrukog izbora ili serije alternativnog izbora, što je bilo i očekivano, s obzirom da se radi o pitanjima zatvorenog tipa, gdje je interpretacija odgovora vrlo jasna i način dodjele bodova precizno opisan. Mala odstupanja u vrjednovanju provjere za 8. razred 2015. nastala su zbog drugačijeg tumačenja učeničkih odgovora, kada je državno povjerenstvo uglavnom smanjivalo broj dodijeljenih bodova zbog neprecizno izraženog odgovora na pitanje.

S obzirom na povezanost kognitivne razine zadatka i uspješnosti učenika u njihovu rješavanju, u provjeri za 7. razred 2015. godine utvrđena je značajna negativna korelacija ($p = -0,57$; $p < 0,05$), kao i za provjeru 2017. ($p = -0,53$; $p < 0,05$). U obje provjere učenici su vrlo uspješno rješavali zadatke I. kognitivne razine, a najmanju riješenost imala su pitanja III. kognitivne razine. Nije utvrđena statistički značajna korelacija kognitivne razine pitanja s uspješnosti u rješavanju pitanja 8. razreda ($p = 0,13$; $p = >0,5$). Učenici su prosječno podjednako uspješno rješavali pitanja I. i II. kognitivne razine, dok na provjeri nije bilo pitanja III. kognitivne razine.

Prema ukupnom uspjehu učenika u rješavanju provjera, 20 % najuspješnijih učenika koji sudjeluju u županijskim natjecanjima u znanju biologije raspoređeni su u klase riješenosti više od 30 %, a najveći broj učenika rješava provjere u rasponu riješenosti od 61 % do 90 %, ovisno o kognitivnim zahtjevima provjere (slika 1).



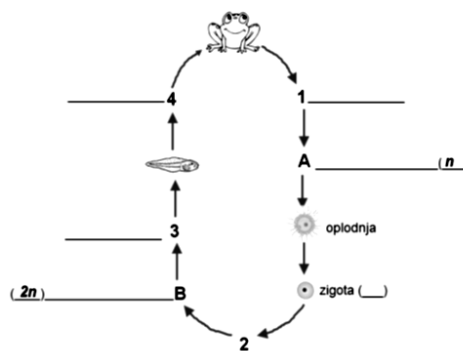
Slika 1 Udio učenika prema klasama riješenosti provjere na Županijskim natjecanjima za 7. i 8. razred

Prema učeničkim odgovorima u ovom radu prikazano je odabranih pet pitanja na osnovu distribucije netočnih odgovora uz koja je utvrđeno postojanje problema pri učenju ili poučavanju te mogućnost miskonceptije uz koncepte *životni ciklus stanice* i *oplodnja* te je analizirana raspodjela učenika kod kojih se javljaju miskonceptije s obzirom na klase riješenosti provjere.

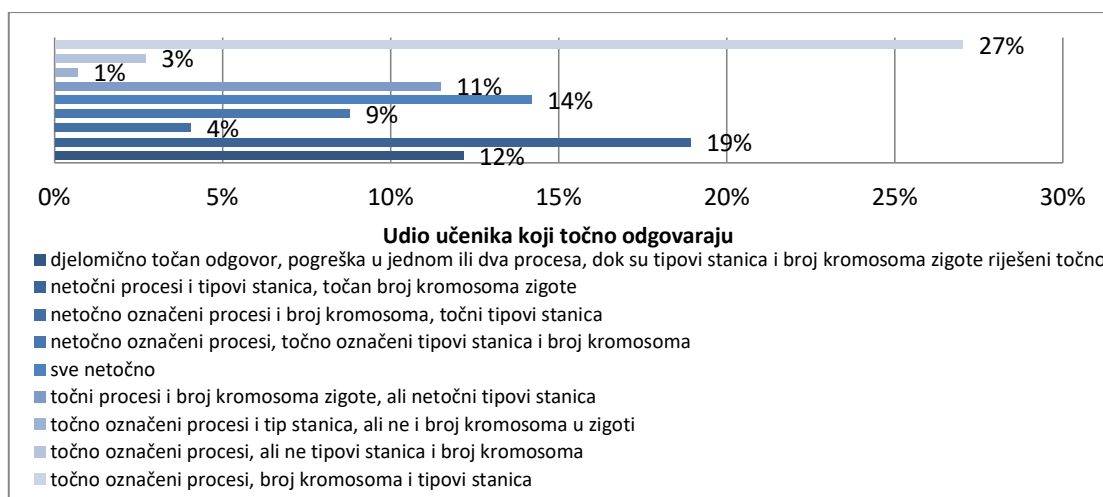
Natjecanje za 7. razred 2015. godine

Pitanje 22. Prouči dijagram koji prikazuje životni ciklus žabe i dopuni ga upisivanjem odgovarajućih pojmova na prazne crte. Na prikazanom su dijagramu brojevima označeni procesi, a slovima vrste (tipovi) stanica koje tim procesima nastaju i čiji je broj kromosoma naveden u zagradi. U zagradu uz zigotu također treba upisati odgovarajuću oznaku za broj kromosoma. Napomena: Iste pojmove možeš koristiti više puta.

Točan odgovor: 1 mejoza, A spolne stanice, zigota 2n, 2 mitoza, B tjelesne stanice, 3 mitoza, 4 mitoza



Pitanje je usko vezano uz nastavne teme *Stanica s jezgrom*, *Stanične diobe* i *Vodozemci* koje su dio nastavnog sadržaja biologije u 7. razredu. Na pitanje je 27 % učenika dalo potpuno točan odgovor (slika 2).



Slika 2. Specifično kodiranje odgovora učenika na 22. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. godine

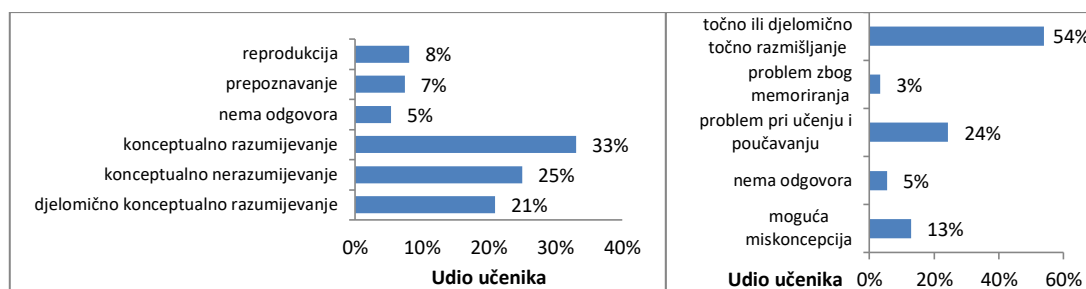
Potpuno točan odgovor na ovo pitanje ukazuje na dobro usvojeno reproduktivno znanje o *životnom ciklusu žabe i životnom ciklusu stanice* koje se odnosi na broj kromosoma i tipove stanica u određenom dijelu ciklusa, te razumijevanje uloge mitoze u rastu i razvitku živih bića kao i uloge mejoze u razmnožavanju (tablica 3).

Tablica 2 Karakteristike 22. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. godine

Tip pitanja	Navođenje iz crteža	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Razmnožavanje i razvoj organizma	Životni ciklus stanice, životni ciklus žabe, uloga mitoze kod mnogostaničnih organizama, uloga mejoze u razmnožavanju mnogostaničnih organizama, uloga mitoze u razvoju mnogostaničnih organizama promjena broja kromosoma tijekom mejoze, važnost haploidnog broja kromosoma u spolnim stanicama, oplodnja
Koncept	Životni ciklusi organizma	
Ishodi učenja (IK DM)	Opisati životni ciklus žabe. Analizirati životni ciklus stanice.	

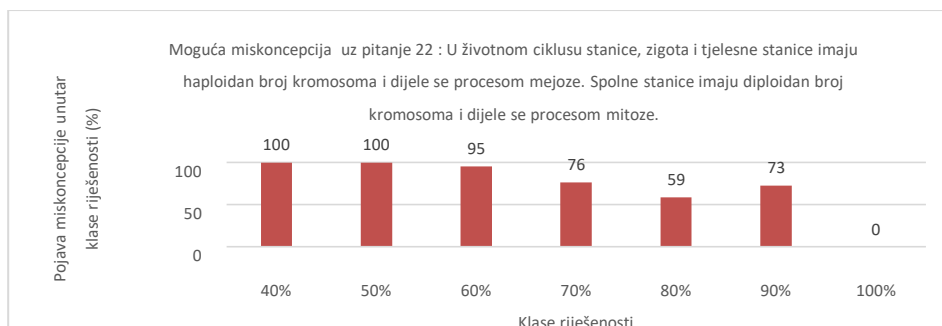
Kroz specifično kodiranje i analizu točnosti ustanovljen je velik broj djelomično točnih učeničkih odgovora, stoga velik broj učenika pokazuje djelomično i potpuno konceptualno razumijevanje provjeravanih koncepata (slika 3). Razina razumijevanja reprodukcija i prepoznavanje odnosi se na dio pitanja u kojem učenici trebaju odrediti tip stanice (tjelesne ili spolne) prema već određenom broju kromosoma te ponuditi broj kromosoma u zigoti. Djelomično konceptualno razumijevanje pokazuju učenici koji su pogriješili u imenovanju jednog ili dva procesa u životnom ciklusu, ali su odgovorima pokazali dobro razmišljanje.

Od učenika koji su odgovorili netočno, u najvećoj mjeri uočava se problem u učenju i poučavanju, a u manjem omjeru postojanje moguće miskonceptije (slika 3). Moguća miskonceptija povezana je sa životnim ciklusom stanice, jer neki učenici smatraju da je broj kromosoma u zigoti i tjelesnim stanicama haploidan, a u spolnim stanicama diploidan. Velik broj učenika koji su dali takav pogrešan odgovor ipak je dobro odgovorilo na dijelove pitanja koji su se odnosili na nazive procesa (staničnih diobi), čime potvrđuju svoje reproduktivno znanje. Miskonceptija vjerojatno nastaje tijekom učenja, jer učenici pokazuju nerazumijevanje važnosti haploidnog broja kromosoma kod spolnih stanica kao i diploidnog broja kromosoma u zigoti, što ukazuje da ne povezuju nastanak zigote s nastankom nove jedinke i održavanjem stalnosti broja kromosoma vrste.



Slika 3 Analiza razine razumijevanja životnog ciklusa žabe i životnog ciklusa stanice te problema i miskonceptija prema odgovorima učenika na 22. pitanje.

Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi moguće miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2=1,58$, $df=18$; $p = 0,99$). Pogrešno razmišljanje ne javlja se u podjednakim frekvencijama kod svih klasa učenika, ali i kod vrlo uspješnih učenika javlja se u 69 % njihovih odgovora (slika 4). Zbog prirode pitanja, uz koje nije traženo objašnjenje, u ovom slučaju ne možemo govoriti sa sigurnosti o miskonceptiji, nego o nemogućnosti povezivanja zbira podataka i nedostatku znanja na I. i II. kognitivnoj razini.



Slika 4 Udio učenika kod kojih se pojavljuje miskonceptija uz pitanje 22 na natjecanju 2015. godine prema klasama riješenosti provjere

Natjecanje za 7. razred 2017. godine

Pitanje 12. Za proces razmnožavanja pčela specifično je da se ženke (radilice i matice) razvijaju iz oplodjenih jajnih stanica, a mužjaci (trutovi) iz neoplodjenih jajnih stanica. Odredi jesu li tvrdnje o potomcima pčela točne ili netočne.

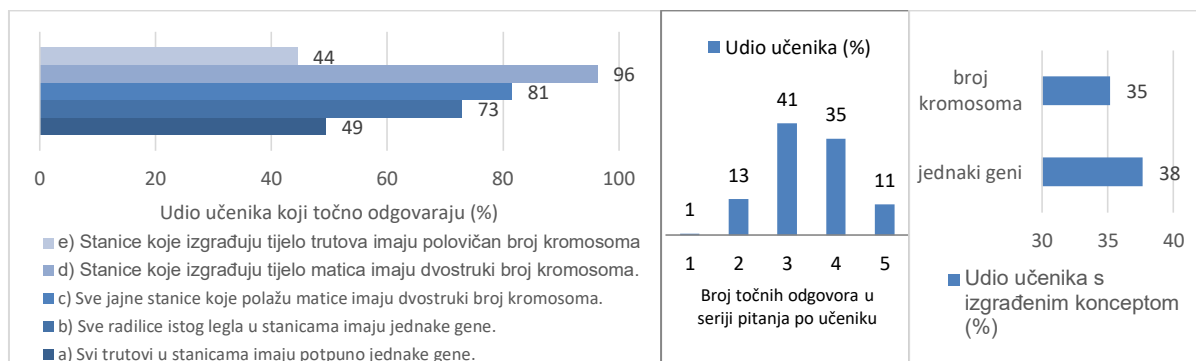
- Svi trutovi u stanicama imaju potpuno jednake gene. (N)
- Sve radilice istog legla u stanicama imaju jednake gene. (N)
- Sve jajne stanice koje polažu matice imaju dvostruki broj kromosoma (N)
- Stanice koje izgrađuju tijelo matice imaju dvostruki broj kromosoma. (T)
- Stanice koje izgrađuju tijelo trutova imaju polovičan broj kromosoma. (T)

Za uspješno rješavanje 12. pitanja, učenici su trebali primijeniti znanja o razmnožavanju i nasljeđivanju, te o ulozi oplodnje u procesu razmnožavanja. Učenici ne uče da se organizam može razviti iz neoplodjene stanice, ali je zadatak usmjeren na zaključivanje da ako nije došlo do oplodnje da broj kromosoma neće biti dvostruk. Potrebno je reproduktivno znanje o broju kromosoma kod tjelesnih i spolnih stanica (tablica 4) za pojedinačni odgovor, ali pitanje u cjelini daje dobru informaciju o konceptualnom razumijevanju učenika veze oplodnje i broja kromosoma. Iako nije direktno sadržano u nastavnom programu, ali dovoljno informacija uvodnog teksta omogućuje primijenu znanja vezanog uz nastavne teme u 7. razredu: *Stanične diobe*, *Kukci i ostali člankonošci*, a može se povezati i s nastavom prirode u 5. razredu, posebice s temom *Razmnožavanje i ponašanje životinja*.

Tablica 3. Karakteristike 12. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2017. godine

Tip pitanja	Zadatak serije alternativnih odgovora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Razmnožavanje i razvoj organizma	oplodnja, razvitak iz neoplođene jajne stanice, razvitak iz neoplođene jajne stanice, broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama, promjena broja kromosoma u mejozi, nasljeđivanje gena od roditelja, raspodjela kromosoma u nove stanice tijekom mejoze, stalnost broja kromosoma vrste
Koncept	Nasljeđivanje na razini organizma	
Ishodi učenja (IK DM)	Analizirati odnose među genima i njihov utjecaj na razini organizma ili pojedine osobine. Povezati stalnost broja, građe i oblika kromosoma s definicijom vrste kao reproduktivno izolirane skupine organizama	

Od 162 učenika koji čine 20 % najuspješnijih učenika na natjecanju, njih 11 % dalo je točan odgovor na svih 5 tvrdnji (slika 5). S obzirom da svih pet tvrdnji navedenih u zadatku provjeravaju isti koncept, razina razumijevanja koncepta analizirana je za sve tvrdnje kao cjelinu. Najveći broj učenika dalo je točne odgovore na 3 od 5 tvrdnji (slika 5), što ukazuje da kod njih ne postoji potpuno konceptualno razumijevanje već su odgovori dani na razini prepoznavanja i reprodukcije, što potvrđuje veći broj točnih odgovora na tvrdnje koje su vezane uz sadržaje koji se uobičajeno poučavaju. Djelomično konceptualno razumijevanje pokazuje 35 % učenika koji su točno odgovorili na 4 od 5 tvrdnji. U podjednakim udjelima (slika 5) je kod učenika sa Županijskog natjecanja 2017. potvrđena uspješnost izgradnje koncepta *broja kromosoma* (35 %) te ostvareno razumijevanje karakteristika gena (38 %).



Slika 5 Odgovori učenika na seriju pitanja koji provjeravaju koncept broja kromosoma i karakteristika gena

Prema analiziranim rezultatima polovica odgovora na pitanje 12.a nije ispravno (slika 5) što ukazuje na pogrešno razumijevanje procesa mejoze i raspodjele kromosoma koji nose različite varijante gena u spolne stanice koje nastaju mejozom. Kod manjeg udjela učenika javlja se moguća miskoncepcija da svi trutovi istog legla imaju jednake gene (slika 6), koja nastaje zbog nerazumijevanja nasljeđivanja na razini stanice, tj. raspodjele kromosoma s različitim varijantama gena u novonastale spolne stanice. Moguća miskoncepcija javlja se u svim klasama riješenosti provjere, osim kod vrlo uspješnih učenika, međutim u različitim frekvencijama. Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi moguće miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti (slika 6). U najvećoj frekvenciji javlja se kod učenika 70% i 80% klase riješenosti, što ukazuje na problem u učenju i poučavanju, a ne na postojanje miskoncepcije.

Učenici (27 %) koji su pogrešno odgovorili na pitanje 12.b pokazuju potpuno nerazumijevanje značenja spolnog razmnožavanja, tj. oplodnje, zanemaruje se prisutnost gena naslijeđenih od drugog roditelja, pokazuje se nerazumijevanje procesa mejoze i raspodjele kromosoma u spolne stanice, kao što je objašnjeno kod tvrdnje 12.a. Veći udio učenika dao je točan odgovor na pitanje 12.c (slika 5). Učenici koji su pogrešno odgovorili na ovo pitanje pokazuju nepoznavanje i nerazumijevanje važnosti mejoze u nastanku spolnih stanica, tj. važnost jednostrukog broja kromosoma za spolne stanice. 19 % učenika ne razumije važnost da spolne stanice uvijek imaju haploidan (polovičan) broj kromosoma.

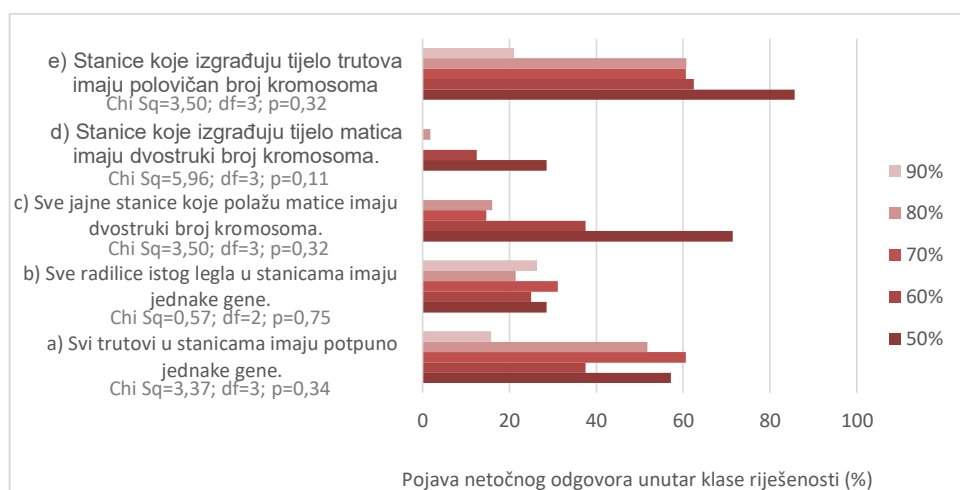
Učenici bi u sedmom razredu trebali razumjeti važnost haploidnog broja kromosoma kod spolnih stanica i uloge takvog broja kromosoma u oplodnji, odnosno nastanku zigote. Učenici koji su ponudili odgovor da je ova tvrdnja točna mogli su ga ponuditi jer ne razumiju važnost broja kromosoma u spolnim stanicama ili smatraju da spolne stanice matice moraju biti diploidne jer se iz neoplođenih jajnih stanica razvijaju trutovi. Kod manjeg broja učenika javlja se moguća miskoncepcija da sve jajne stanice koje polažu matice imaju dvostruki broj kromosoma (slika 6). Ova miskoncepcija izravno je povezana s nerazumijevanjem staničnih dioba i uloge promjene broja kromosoma tijekom nastanka spolnih stanica u mejozi. 96 % učenika ponudilo je točan odgovor na pitanje 12.d (slika 5). Malobrojni učenici koji su pogrešno odgovorili na ovo pitanje pokazuju nerazumijevanje važnosti razlike broja kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama. Odgovor ukazuje na zanemarivanje uloge oplodnje kojom nastaje zigota, stanica s dvostrukim brojem kromosoma, od koje procesom mitoze nastaju tjelesne stanice nekog organizma. Učenici u sedmom razredu trebaju razumjeti da se pri spominjanju dvostrukog broja kromosoma govori o parovima kromosoma, od kojih se jedan kromosom u paru nasljeđuje od majke, a drugi od oca, te da je takvo sparivanje kromosoma moguće upravo zbog oplodnje. Samo kod 4 % učenika (slika 5) javlja se moguća miskoncepcija da tjelesne stanice matice imaju haploidan broj kromosoma, što je uzrokovano nerazumijevanjem procesa oplodnje. Učenici ovdje pokazuju i nedostatak reproduktivnog znanja o broju kromosoma u tjelesnim stanicama. Na pitanje 12.e netočno je odgovorilo više od polovice učenika (slika 5) koji pokazuju nerazumijevanje izostanka oplodnje kod razvitka trutova te se uočava nepovezivanje broja kromosoma u stanicama sa procesima stanične diobe i oplodnje, te utjecaja tih procesa na promjenu broja kromosoma u stanicama. Trutovi se razvijaju iz neoplođenih jajnih stanica, stoga njihove tjelesne stanice imaju polovičan broj kromosoma, na osnovu čega su učenici trebali povezati da kod trutova, zbog takvog broja kromosoma i spolne stanice nastaju procesom mitoze.

Na temelju odgovora na pitanje 12.e i ostalih tvrdnji u pitanju 12, kod manjeg broja učenika javlja se moguća miskoncepcija da tjelesne stanice trutova imaju diploidan broj kromosoma. Miskoncepcija može nastati zbog nerazumijevanja razvitka organizma iz neoplođene jajne stanice. Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi moguće miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 1,03$; $df = 19$; $p = 0,99$). Moguća miskoncepcija javlja se podjednako kroz većinu klasa učenika prema riješenosti provjere (slika 6), osim kod vrlo uspješnih učenika. Stoga vrlo uspješni učenici pokazuju konceptualno razumijevanje za sve razine koncepta razmnožavanja i nasljeđivanja ispitivane u ovom zadatku, a kod ove tvrdnje za sve ostale skupine učenika možemo govoriti o pojavi miskoncepcije. Ova moguća miskoncepcija povezana je s ostalima prethodno navedenim mogućim miskoncepcijama u analizi pitanja 12, te se u nastavi može ukloniti detaljnim proučavanjem i ilustriranjem životnog ciklusa stanice, oplodnje i nasljeđivanja kod različitih organizama te izradom konceptualne mape sa središnjim konceptima životni ciklus stanice i oplodnja.

Na razini cijelog pitanja utvrđena je statistički značajna razlika između analiziranih netočnih odgovora učenika na pitanja prema klasama riješenosti ($F=13,87$; $df=4$; $p<0,01$). U skladu s ukupno izgrađenim konceptima kod učenika od 35% i 38% (slika 5), koji odgovaraju srednjoj riješenosti nacionalnih provjera u RH od oko 40 % riješenosti (Garašić i sur, 2012), na razini cijelog pitanja nisu utvrđeni izraziti problemi. Značajne razlike javljaju se pri rješavanju pitanja 12.d i 12.e što ukazuje na probleme pri razumijevanju *oplodnje* te *haploidnosti* i *diploidnosti* stanica. Na osnovu distribucije pogrešnih odgovora prema klasama riješenosti miskoncepcije po parcijalnim pitanjima može se uočiti postojanje značajnih razlika između klasa riješenosti ($F=10,14$; $df=4$; $0,01<p<0,05$), uz značajnu

razliku rezultata najmanje uspješnih i najviše uspješnih učenika (razlika_{50%-90%}=15,5; $p=0,05$), dok između ostalih klasa nema značajne razlike u riješenosti. Time se potvrđuje kvaliteta pitanja koja odvaja najuspješnije učenike prema sposobnosti kritičkog razmišljanja, a također da su učenici klase 90 % zaslužno izdvojeni kao najuspješniji učenici na natjecanju (slika 6).

S obzirom na ukupan uspjeh riješenosti 12. pitanja koje je konceptualno povezano i provjerava konceptualno razumijevanje, možemo govoriti o postojanju miskoncepcija. Prva miskoncepcija tiče se *distribucije gena u procesu mitoze i mejoze* posebno pri nastanku gameta u kontekstu nasljeđivanja gena u leglu trutova, odnosno radilica uz pitanja 12.a i 12.b (slika 6). Moguća miskoncepcija uz *nastanak gameta* u kontekstu jajnih stanica koje izliježu matice javlja se u nižoj, ali podjednako frekvenciji kod svih klasa uspješnosti (slika 6). Učenici su uspješno usvojili *diploidnost tjelesnih stanica višestaničnog organizma* uz pitanje 12.d, ali slabije razumiju *nastanak hiploidnih stanica u procesu mejoze* uz kontekst stvaranja spolnih stanica, problemi su još uočljivi kod učenika slabijih klasa riješenosti (slika 6). Posljednja tvrdnja 12.e provjerava konceptualno razumijevanje *spolnog i nespolnog razmnožavanja na razini organizma*, odnosno razvitak organizma iz oplođenih i neoplođenih jajnih stanica te su uz nju uočeni najveći problemi u razumijevanju, ali to je u skladu s provjerom za natjecanje kojim se trebaju izdvojiti najuspješniji učenici, koji cijeli zadatak, uključujući i posljednje pitanje, rješavaju u znatno većem broju od ostalih učenika, uz najmanje odstupanje razlike točnih odgovora od srednje vrijednosti (od 0,99 % do 1,61 %).



Slika 6 Udio učenika prema klasama riješenosti provjere kod kojih su zabilježeni problemi pri rješavanju pitanja 12 na natjecanju 2017. godine

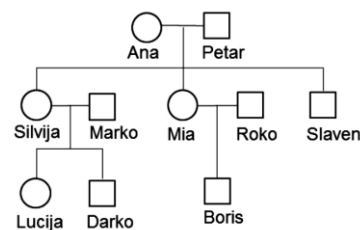
Natjecanje za 8. razred 2015. godine

Pitanje 5. Na crtežu je prikazano rodoslovlje jedne obitelji kroz tri generacije.

a) Koji članovi obitelji imaju jednaku mitohondrijsku DNA? (Ana, Silvija, Mia i Lucija)

b) Ti imaš istu mitohondrijsku DNA kao tvoji/a... (baka s majčine strane)

c) Darko je nositelj gena za hemofiliju (Xh). Za kojeg člana obitelji možemo s potpunom sigurnošću tvrditi da je nositelj istog gena? (Silvija)



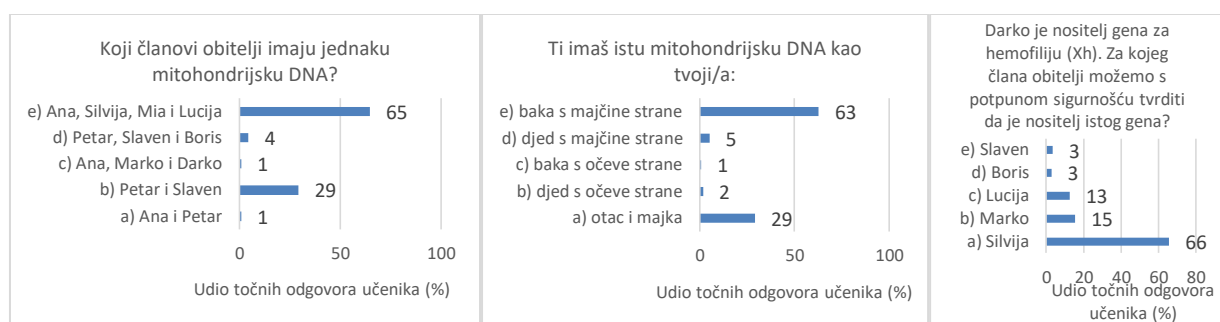
Pitanjem s tri čestice višestrukog izbora (slika 7) provjerava se razumijevanje koncepta *oplodnje i nasljeđivanja staničnih organela* u kontekstu majčinskog nasljeđivanja mitohondrijske DNA te spolno vezanog nasljeđivanja na primjeru hemofilije (tablica 5). Učenici prema programu ne uče nasljeđivanje mitohondrijske DNA, ali kako je ovo problemski zadatak za učenike na natjecanju za

njegovo je rješavanje bilo dovoljno osnovno poznavanje koncepta *oplodnje* kao stapanja jezgara jajne stanice i spermija, uz poznavanje njihove osnovne građe. Da bi točno odgovorili na ovo pitanje, učenici trebaju znati građu jajne stanice i spermija čovjeka te uočiti princip nasljeđivanja organela jajne stanice te svoja znanja primijeniti pri čitanju rodoslovlja i u svakodnevnom životu. Bilo bi puno bolje da se pojam mitohondrijska DNA nije niti spominjao u zadatku, ili da se ponudilo njegovo objašnjenje da sami izraz ne zbuni učenike u primjeni osnovnog znanja koje su savladali tijekom nastave. Uz 5.c pitanje učenici trebaju poznavati oznake dominantnih i recesivnih gena, princip spolno vezanog nasljeđivanja i određivanja spola kod ljudi temeljem kombinacije određenih spolnih kromosoma X i Y te da spolni kromosom Y ne sadrži gen za hemofiliju (tablica 5). Naučeno su učenici trebali primijeniti na prikazano rodoslovno stablo i zaključiti da je Darko gen za hemofiliju mogao naslijediti isključivo od majke (Silvija) jer kao muškarac ima kombinaciju kromosoma XY, a Y kromosom koji ne sadrži gen za hemofiliju mogao je naslijediti isključivo od tate. Zadatak je podijeljen na tri pitanja višestrukog izbora koji provjeravaju navedene koncepte, a svako pitanje je vrjednovano zasebno.

Tablica 4 Karakteristike 5. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. godine za 8. razred

Tip pitanja	Višestruki izbor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Razmnožavanje i razvoj organizma	molekula DNA, majčinsko nasljeđivanje, vezani geni, dominantna i recesivna svojstva, spolni kromosomi, spolno vezano nasljeđivanje, određivanje spola, rodbinske veze prikazane u rodoslovlju
Koncept	Nasljeđivanje na razini organizma, Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i staničnih tvorbi	
Ishodi učenja (IK DM)	Objasniti sposobnost mitohondrija da se umnaža neovisno o dijeljenju stanice. Analizirati odnose između gena na razini organizma i nasljednih svojstava.	

Pitanja uz 5. zadatak provjeravaju sposobnost učenika da analiziraju rodoslovno stablo i zakluče o nasljeđivanju unutar obitelji, primjenjujući i prethodno stečena znanja o oplodnji i staničnim dijelovima. Učenici odgovaraju na pitanje točno s malim varijacijama uz cijeli zadatak u rasponu od 63 % do 66 % (slika 7).



Slika 7 Odgovori učenika na 5. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2015. godine za 8. razred

Točan odgovor većine učenika ukazuje da ti učenici dobro određuju srodstvene odnose u prikazu rodoslovlja te ostvaruju bazično razumijevanje procesa oplodnje u kontekstu majčinskog nasljeđivanja mitohondrijske DNA, na osnovu kojeg su mogli zaključiti da se mitohondrijska DNA kod ljudi, ali i kod većine živućih vrsta, nasljeđuje samo po majčinskoj liniji, dok se očeva mitohondrijska DNA odbacuje neposredno prije oplodnje, jer u jajnu stanicu pri oplodnji ulazi samo jezgra spermija.

Netočan odgovor *Petar i Slaven* uz 5.a pitanje, koji je dalo 29 % učenika (slika 7) ukazuje na postojanje moguće miskoncepcije da se mitohondrijska DNA nasljeđuje po muškoj liniji, odnosno da se prenosi samo s oca na sina. Moguće je da učenici smatraju da je nasljeđivanje mitohondrijske DNA vezano uz Y kromosom. U ovom slučaju, za provjeravanje konceptualnog razumijevanja nasljeđivanja

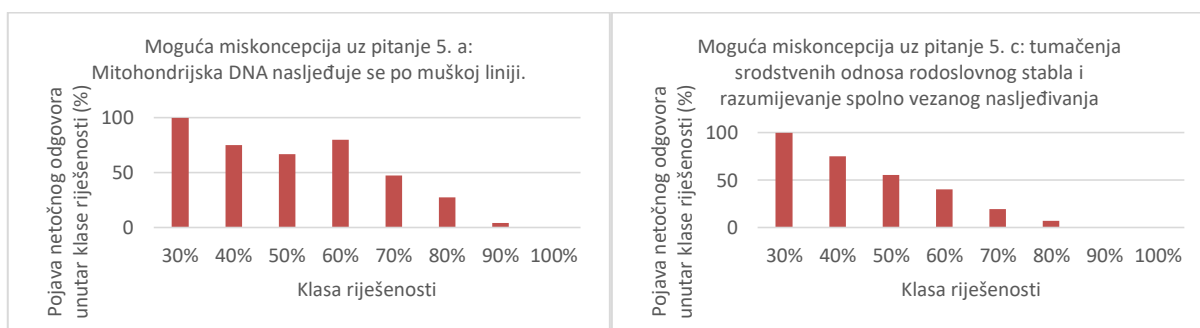
i oplodnje, u uvodni tekst u zadatku može se dodati informacija da neposredno prije stapanja jezgara spermija i jajne stanice, spermij odbacuje svoj mitohondrij. U tom slučaju učenici bi imali dovoljno informacija prema kojima bi mogli uspješno riješiti zadatak ukoliko razumiju proces nasljeđivanja. Za otklanjanje miskoncepcije učenicima se može zadati aktivnost izrade ilustracije, stripa ili modela oplodnje u kojima bi se trebalo jasno prikazati genski materijal u jezgri stanice te mitohondrij s naglaskom na odbacivanje očinske mitohondrijske DNA neposredno prije oplodnje. Preostali netočni odgovori ukazuju na neispravno čitanje rodoslovnog stabla, odnosno pogrešno tumačenje srodstvenih veza između članova u rodoslovnom stablu. Problem se može otkloniti dodavanjem legende za čitanje rodoslovnog stabla, korištenjem rodoslovnih stabla u nastavi ili davanjem zadatka učenicima da izrade rodoslovno stablo svoje obitelji kroz koje će pratiti nasljeđivanje nekih svojstava. Pritom učenici na primjeru uviđaju neka pravila nasljeđivanja lako vidljivih nasljednih svojstava te uče bilježiti srodstvene odnose.

Pitanje 5.b zahtijeva primjenu znanja o nasljeđivanju i oplodnji na primjeru vlastite obitelji učenika, slično kao u zadatku 5.a (slika 7). 29 % učenika koji su dali odgovor *otac i majka* pokazuju nepoznavanje procesa oplodnje, jer smatraju da se mitohondrij nasljeđuje od oba roditelja, a možda su i pomiješali su pomiješali mitohondrije i kromosome. 26 % učenika nije točno odgovorilo na oba pitanja (5.a i 5.b) što ukazuje na nerazumijevanje procesa oplodnje. Učenici koji su odgovorili *djed s očeve strane* smatraju da se mitohondrij nasljeđuje po očinskoj liniji, a moguće je da smatraju da je nasljeđivanje mitohondrija vezano uz Y kromosom. Ukupno 6 % učenika koji su odgovorili *djed s majčine strane* i *baka s očeve strane* ne vežu nasljeđivanje mitohondrija uz jajnu stanicu, ali njihovo tumačenje principa nasljeđivanja mitohondrijske DNA nije jasno iz ovakvih ponuđenih odgovora. Prema odgovorima učenika na pitanja 5.a i 5.b, utvrđeno je konceptualno razumijevanje kod većeg udjela učenika, dok se kod trećine učenika javlja konceptualno nerazumijevanje uzrokovano miskoncepcijama ili problemima u tumačenju srodstvenih odnosa (slika 7).

Pitanje 5.c provjerava sposobnost tumačenja *srodstvenih odnosa* iz prikaza rodoslovnog stabla neke obitelji te razumijevanje *spolno vezanog nasljeđivanja* hemofilije. Učenici koji su točno odgovorili na pitanje 5.c (slika 7) pokazuju da znaju točno čitati srodstvene odnose iz prikaza rodoslovlja u zadatku, da znaju protumačiti oznaku Xh kao svojstvo vezano uz X kromosom, da razlikuju X i Y spolni kromosom te da razumiju *određivanje spola kod ljudi*. Ukupno 66 % učenika točno je odgovorilo na ovo pitanje. Ti učenici razumiju da je nasljeđivanje gena za hemofiliju vezano uz nasljeđivanje X kromosoma koji muškarci nasljeđuju od majke, što u ovom primjeru znači da jedino majka muškog nositelja sigurno jest roditelj koji nosi isti gen. Učenici koji su dali odgovor *Marko* (9,73 %) pokazuju pogrešno razumijevanje spolno vezanog nasljeđivanja i određivanja spola u ljudi (slika 7). Ovaj pogrešan odgovor upućuje na nerazumijevanje određivanja spola u ljudi, tj. nepoznavanje kromosomske garniture muškaraca i žena na reproduktivnoj razini, što uvjetuje nemogućnost primjene znanja na rješavanje primjera. Manji udio učenika dalo je odgovor *Lucija* (slika 7), što se može povezati s dobrim tumačenjem srodstvenih odnosa u rodoslovnom stablu. Međutim, pokazuje se nerazumijevanje mogućnosti kombinacije i podjele spolnih kromosoma roditelja u gamete, odnosno učenici koji su dali ovaj odgovor smatraju da je nužno da Lucija i Darko od majke naslijede jednaki X kromosom koji nosi hemofiliju. Čak i ovakvom slijedu razmišljanja, susreće se nužnost postojanja Xh kromosoma kod majke Silvije, ili u pogrešnom tumačenju određivanja spola kod oca Marka, pa se može govoriti o nerazumijevanju spolno vezanog nasljeđivanja. Vrlo malen broj učenika koji su odgovorili *Boris* i *Slaven* (slika 7) vjerojatno ima problema s čitanjem srodstvenih odnosa u

rodoslovnom stablu, a pokazuju i potpuno nerazumijevanje spolno vezanog nasljeđivanja i nasljeđivanja općenito, jer jednake gene ne traže u najbližim srodniciima, već u srodniciima koji su udaljeni jedno ili više koljena u rodoslovlju.

Uz pitanje 5 javlja se moguća miskoncepcija da se mitohondrij, a time i mitohondrijska DNA nasljeđuje po muškoj liniji. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno kod učenika koji postižu do 60 % riješenosti provjere, dok se smanjuje kod uspješnih učenika (slika 8). Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 2,96$; $df = 7$; $p = 1$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere i potvrđuje u pitanju 5.b, a izostaje samo kod najuspješnijih učenika. Uz pitanje 5.c javlja se pogrešno razumijevanje spolno vezanog nasljeđivanja i određivanja spola u ljudi. Moguća pogreška izostaje kod najuspješnijih učenika koji postižu više od 81% riješenosti provjere, a zastupljena je kod vrlo malog broja učenika te je proporcionalna slabijoj uspješnosti učenika (slika 8). Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 0,98$; $df = 6$; $p = 0,96$). U ovom slučaju, zbog karaktera pitanja koje je tražilo primjenu znanja izborom odgovora, ali bez njegova objašnjenja, ne možemo govoriti o miskoncepciji, već o problemu koji se može riješiti učestalijim vježbanjem na različitim primjerima.



Slika 8 Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija uz pitanje 5. a i c prema klasama riješenosti provjere

Pitanje 7. Osobe s Klinefelterovim sindromom imaju tri spolna kromosoma, XXY, pa je ukupan broj njihovih kromosoma 47. Kako mogu nastati takve jedinke?

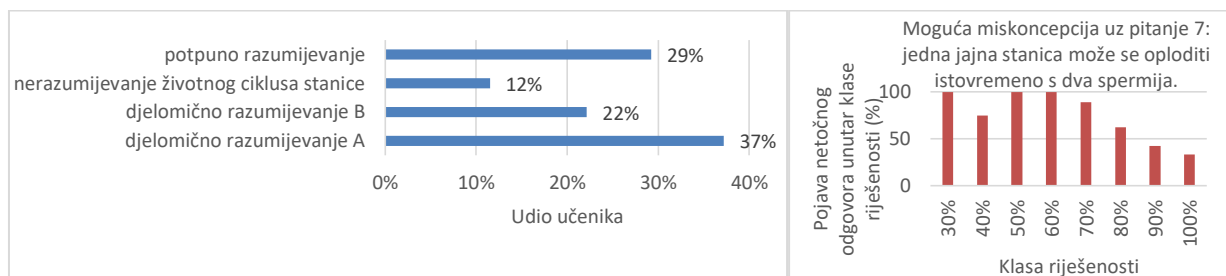
- do greške je došlo jer je spermij s XY kromosomima oplodio jajnu stanicu (T)
- do greške je došlo u I. mejotičkoj diobi u jajniku majke (T)
- dva su spermija, jedan s X, a jedan s Y, oplodila jajnu stanicu
- nisu se razdvojile kromatide X kromosoma u II. mejotičkoj diobi prilikom nastanka spermija
- X kromosom se udvostručio prilikom ulaska zigote u mitozu, ali se nije podijelio.

Pitanje bi trebalo provjeriti konceptualno razumijevanje *nasljeđivanja na razini organizma i životni ciklus stanice* (tablica 6). Da bi točno odgovorili na pitanje, učenici moraju primijeniti znanja o *promjeni strukture i broja kromosoma u stanici tijekom mejoze i procesu oplodnje*, poznavati *određivanje spola u ljudi* te prepoznati koji spolni kromosom se nasljeđuje od majke, a koji od oca.

Tablica 5 Karakteristike 7. pitanja na Županijskom natjecanju 2015. godine za 8. razred

Tip pitanja	Višestruke kombinacije	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Razmnožavanje i razvoj organizma	spolni kromosomi, određivanje spola, spolni kromosomi u spolnim stanicama, mitozu i mejozu, oplodnja, stalnost broja kromosoma vrste
Koncept	Nasljeđivanje na razini organizma, Životni ciklus stanice	
Ishodi učenja (IK DM)	Identificirati uzroke mutacija i moguće posljedice na razini jedinke/populacije/vrste. Analizirati životni ciklus stanice.	

Učenici koji su dali potpuno točan odgovor (29 %) pokazuju razumijevanje određivanja spola kod ljudi te pokazuju konceptualno razumijevanje procesa mejoze pri nastanku spolnih stanica. Odabrani odgovori ukazuju na to da učenici razumiju promjene broja i strukture kromosoma u stanici tijekom mejoze i ulogu tih zbivanja za održavanje stalnosti broja kromosoma neke vrste. Točni odgovori pokazuju točno razumijevanje uzroka greške u broju spolnih kromosoma. U oba slučaja radi se o nerazdvajanju spolnih kromosoma u I. mejotičkoj diobi, što uzrokuje daljnje zajedničko nasljeđivanje oba kromosoma. U oplodnji u kojoj sudjeluje stanica s dva spolna kromosoma nastaje potomak s tri spolna kromosoma u stanicama, odnosno ukupno 47 kromosoma u stanici. Učenici koji su dali odgovor opisan kao “djelomično razumijevanje A”, točno su odgovorili da se uzrok može tražiti u spermiju s dva spolna kromosoma, X i Y, koji se tijekom oplodnje spaja s jajnom stanicom s normalnim brojem kromosoma, ali su drugi mogući uzrok nastanka osobe s tri spolna kromosoma tražili u pogrešnom dijelu životnog ciklusa stanice. Učenici koji su dali odgovor opisan kao “djelomično razumijevanje B” dali su točan odgovor da do greške dolazi tijekom I. mejotičke diobe pri nastajanju jajne stanice, ali drugi uzrok traže u oplodnji jedne jajne stanice s dva spermija ili smatraju da se greške događaju u pogrešnom dijelu životnog ciklusa stanice.



Slika 9 Značenje odgovora učenika na 7. pitanje natjecanja 2015. godine za 8. razred i njihova raspodjela prema klasama riješenosti

U samoj formulaciji pitanja 7 kao i ponuđenih odgovora postoji problem, jer se računalo samo na informacije koje učenici mogu naći u udžbenicima, dok postoji još mogućih točnih odgovora poput odgovara da se jedna *jajna stanica može oploditi istovremeno s dva spermija*. Tako ovo pitanje ne može sa sigurnošću utvrditi stvarne probleme učenika, već ukazuje na to da su možda pitanja vezana za sindrome prezahtjevna za osnovnu školu. Svakako je neophodno jasno opisati kontekst zadatka kako bi se izbjegle mogućnosti iznimaka u odgovorima, a koje mogu biti točan odgovor, jer uvijek postoji mogućnost da su možda neki učenici iskazali veliki interes za tu temu i saznali mnogo više od činjenica predviđenih nastavnim programom. Taj se odgovor u većoj mjeri pojavljuje kod učenika s manje od 61% riješenosti provjere (slika 9) te se za te odgovore može pretpostaviti da je to miskoncepcija. Takav odgovor je prisutan i kod 9,73 % najuspješnijih učenika (slika 9), a takav rezultat upravo ukazuje na mogućnost da su ti učenici primijenili informacije šire od onih opisanih u udžbeniku, ali se to na osnovu ovakvog pitanja ne može u potpunosti tvrditi te je moguće postojanje miskoncepcije i kod ovih učenika. Iako je to iznimka ipak je moguće, kao što su to zaključili i neki učenici te kao točan odgovor biraju da su *dva spermija, jedan s X, a jedan s Y, oplodila jajnu stanicu*. Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi ovog odgovora prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 0,74$; $df = 7$; $p = 0,99$). Bolje razumijevanje ovog koncepta bilo bi moguće postići korištenjem izrade modela životnog ciklusa stanice, oplodnje i razvoja zametka iz zigote, posebno obraćajući pažnju na vrste i broj kromosoma koji u tim procesima sudjeluju. Aktivnost bi se mogla izvršiti tako da se učenici podijele u više grupa od kojih će svaka modelirati drugačiju promjenu u broju kromosoma, npr. Klinefelterov sindrom, Downov sindrom, itd. pazeći da grešku naprave namjerno u pravom dijelu

životnog ciklusa stanice, te da naglase da se tijekom dijeljenja zigote i razvoja u zametak stanice ne mijenjaju, već nastaju njihove identične kopije. Uz to je jasno da je potrebno pažljivije razmotriti sve ponuđene distraktore u pitanjima.

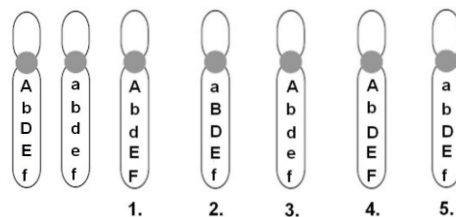
Pitanje 13. Na slici je prikazan homologni (istovjetni) par kromosoma s genima za određena svojstva označena slovima A, B, D, E, F. Stanica s prikazanim kromosomskim parom nalazi se u sjemeniku i ulazi u mejotsku diobu.

a) Koja bi se dva kromosoma, od predloženih pet, mogla naći u spermijima koji su nastali mejozom početnog homolognog para? (3. i 5.)

b) Obrazloži kako dolazi do prikazanih promjena i u kojem dijelu mejoze se mogu dogoditi. Kakav je njihov značaj za spolno razmnožavanje i raznolikost unutar vrste?

Očekivani odgovor:

- homologni/istovjetni kromosomi se sparuju i pritom mogu izmijeniti dijelove kromatida/ crossingover (0,5 boda); tijekom prvog dijela diobe/mejoza I./I. mejotička dioba (0,5 boda);
- nastaju spermiji koji su međusobno genski različiti što pridonosi genetskoj raznolikosti jedinki nastalih spolnim razmnožavanjem (1 bod), ukoliko se navodi samo povećanje raznolikosti (0,5 boda).



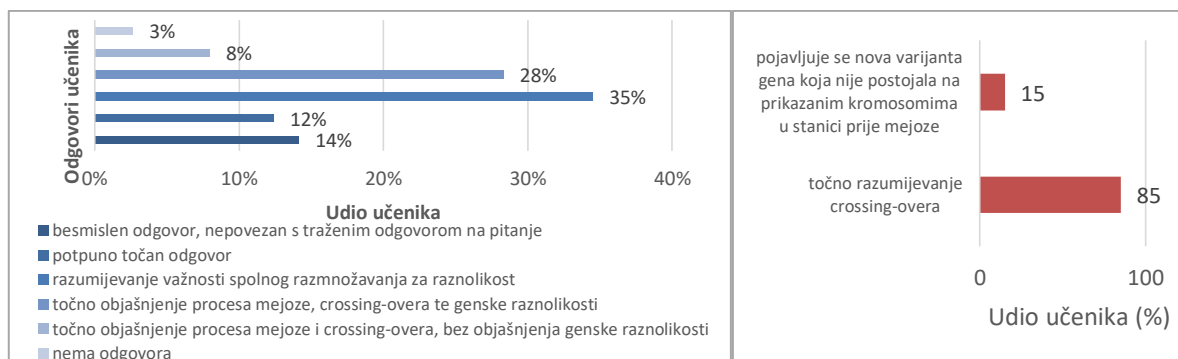
Dvoslojnim pitanjem uz vezanje potpitanja a) i b) provjerava se konceptualno razumijevanje promjene broja i strukture kromosoma tijekom mejoze. Da bi uspješno riješili zadatak, učenici trebaju primijeniti prethodno usvojena znanja o procesu mejoze, odnosno analizirati promjene na kromosomima koje se događaju u pojedinoj fazi mejoze i objasniti ih na konkretnom primjeru. Učenici se trebaju prisjetiti utjecaja spolnog razmnožavanja na gensku raznolikost neke vrste te prepoznati moguće promjene na genima unutar jedne stanice (tablica 7).

Tablica 6. Karakteristike 13. pitanja na Županijskom natjecanju 2015. za 8. razred

Tip pitanja	Višestruki izbor, otvoreni tip	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Razmnožavanje i razvoj organizma	DNA, kromosom, kromatidna izmjena ili <i>crossing-over</i> , mejoza, bioraznolikost, genska raznolikost, spolno razmnožavanje
Koncept	Nasljeđivanje na razini organizma, Životni ciklus stanice	
Ishodi učenja (IK DM)	Analizirati odnose među genima i njihov utjecaj na razini organizma ili nasljedne osobine. Analizirati životni ciklus stanice.	

Većina učenika ovaj je zadatak riješila netočno ili djelomično točno (slika 10). U 13.a pitanju, učenici su trebali usporediti ponuđene odgovore i prepoznati točne na temelju označenih varijanti gena u homolognom paru kromosoma s početka mejoze. Zadatak je uspješno riješilo 85 % učenika. Ostatak učenika odabirao je odgovore u kojima se pojavljuju varijante gena koje nisu bile prisutne u početnom homolognom paru kromosoma (slika 10), što znači da učenici smatraju da se tijekom mejoze u stanici mogu pojaviti nove varijante gena koje u tom organizmu prije nisu postojale. Takvi odgovori ukazuju na moguće postojanje miskoncepcije, koja se javlja kod 15 % učenika (slika 10). 13.b pitanje otvorenog tipa od učenika je zahtijevalo obrazloženje prikazane promjene kromosoma i značaja spolnog razmnožavanja za raznolikost vrste. Učenicima je potpuno točan odgovor vrjednovan ako je bio sadržajno ekvivalentan sljedećem: "Homologni kromosomi se sparuju i pritom mogu izmijeniti dijelove kromatida. To se naziva *crossing over*. Odvija se tijekom prvog dijela mejoze. Nastaju spermiji koji su međusobno genski različiti, što pridonosi raznolikosti jedinki nastalih spolnim razmnožavanjem." Učenički odgovori specifično su kodirani i podijeljeni u skupine prema njihovom značenju za razumijevanje ispitivanog koncepta (slika 10). Samo 12 % učenika ponudilo je potpuno točan odgovor na pitanje, dok je većina učenika točno objasnila utjecaj *crossing-overa* na spolno razmnožavanje i raznolikost vrste, a pogrešno odredila dio životnog ciklusa stanice u mejozi tijekom kojeg se prikazane promjene na genima događaju. Učenici razumiju važnost spolnog razmnožavanja i

izmjene gena za raznolikost unutar vrste, ali nedostaju im znanja na reproduktivnoj razini koja nisu dio obaveznog programa Biologije u osnovnoj školi, što je bio razlog za izostanak točnog odgovora kod većine učenika. Važno je da nastavnici spomenu da kromosomi mogu izmijeniti dijelove, a time i gene i da je to povezano s raznolikošću, ali nikako ne treba inzistirati da u toj dobi znaju kada se to točno dogodi. Zadatak bi bio puno kvalitetniji da je ponuđena slika koja pruža osnovu za rješavanje zadatka s bazičnim znanjem na razini osnovne škole.

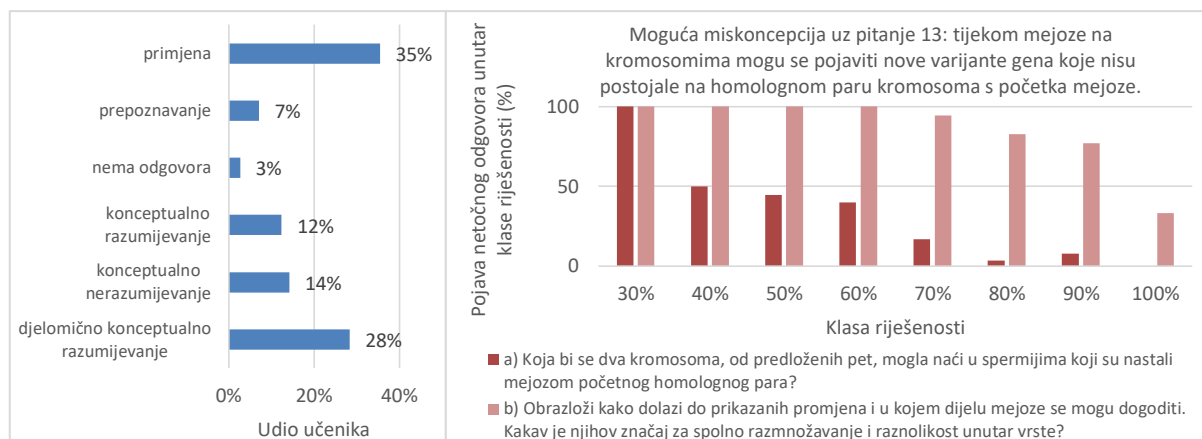


Slika 10 Odgovori učenika na 13. pitanje provjere 2015. za 8. razred

Ako se uzmu u obzir odgovori učenika na oba dijela 13. zadatka, konceptualno razumijevanje promjene strukture kromosoma, odnosno izmjene gena tijekom mejoze ima 12% učenika. U toj su skupini učenici koji su ponudili potpuno točan odgovor na oba dijela zadatka, te oni koji su se nepotpuno izrazili, ali su pokazali točno razmišljanje u dijelu zadatka 13.b. Razinu prepoznavanja ostvarili su učenici koji su točno riješili samo 13.a. zadatak, a razinu primjene oni koji su točno riješili pitanje 13.a te obrazložili prikazane promjene. Djelomično konceptualno razumijevanje ostvarili su učenici koji su obrazložili prikazane izmjene, no nisu spomenuli spolno razmnožavanje, dok su gensku raznolikost vrste dobro objasnili. Problemi koji uzrokuju netočne odgovore učenika mogu se pronaći u memoriranju, kada učenici nemaju reproduktivno znanje da se crossing over odvija u prvoj mejotičkoj diobi, a problemi mogu nastati i tijekom učenja i poučavanja. U tom slučaju učenici nisu usvojili utjecaj spolnog i nespornog razmnožavanja na gensku raznolikost vrste. Učenicima se mogla ponuditi slika koja prikazuje mejozu te od njih tražiti da prepoznaju crossing-over i mejotičku diobu u kojoj se on zbiva. Konceptualnom razumijevanju pridonijelo bi da učenici tijekom nastave dobiju zadatak da koristeći se multimedijским izvorima (znanstveni časopisi, internet,...) odaberu slike i videozapise populacija genski identičnih jedinki te populacija genski različitih jedinki, s time da populacije ne moraju pripadati istoj vrsti. Učenici bi na temelju pronađenih materijala trebali usporediti izgled, veličinu, ponašanje, stanište i slične lako uočljive karakteristike te ih usporediti, navesti i obrazložiti njihove prednosti i ograničenja. Tako bi učenici na primjeru mogli usvojiti važnost genske raznolikosti unutar vrste.

Uz pitanje 13 javlja se moguća miskoncepcija da se *tijekom mejoze na kromosomima mogu pojaviti varijante gena koje nisu postojale na homolognom paru kromosoma s početka mejoze*. Moguća miskoncepcija na razini odabira odgovora pod 13.a pojavljuje se u omjerima koji su razmjerni klasama riješenosti (slika 11), a preko 40% kod učenika koji su ostvarili manje od 60% riješenosti provjere. Za razliku od toga kod pitanja 13.b gdje se traži objašnjenje odgovora uočljivo je da se unutar klase netočni odgovori javljaju u frekvencijama većim od 70 % izuzev najuspješnijih učenika (slika 11). Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama

riješenosti ($\chi^2 = 0,86$; $df = 7$; $p = 0,97$). U ovom slučaju možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, a posebno izražene kod učenika koji pripadaju nižim klasama riješenosti (slika 11).



Slika 11 Analiza razine razumijevanja koncepta izmjene gena tijekom mejoze

RASPRAVA

Većinu izdvojenih pitanja učenici su rješavali primjenom znanja, a manji udio pitanja reprodukcijom znanja. Uz makrokoncept Razmnožavanje i razvoj organizma nije postojao niti jedan zadatak treće kognitivne razine. Svako izdvojeno pitanje provjeravalo je jedan koncept, odnosno makrokoncept kod složenijih pitanja, što je u skladu s preporukama za autore pitanja za natjecanje (Radanović i sur., 2013). Zastupljenost ključnih koncepata unutar makrokoncepta razmnožavanje na županijskom natjecanju odgovara zastupljenosti istih koncepata u nastavnom sadržaju, te su pitanja usklađena za provjeru ishoda predviđenih Nacionalnim planom i programom za osnovnu školu (MZOŠ, 2006), a s obzirom da su to bitni ishodi za poznavanje biološke osnove, slični ishodi istaknuti su i u ispitnom katalogu državne mature (Radanović i sur, 2015). Rezultati podupiru zaključak Begić i sur. (2016) da je vidljiva potreba za promjenom nastavnog programa zbog neuravnotežene zastupljenosti makrokoncepta u nastavnim sadržajima biologije i njihovog odraza na konceptualno učenje. Osim toga neophodno je omogućiti povezivanje između bioloških disciplina koje podržavaju nastavne teme, da bi se osigurala konceptualna nadogradnja i sistematizacija konceptualnog razumijevanja.

Analizom svakog učeničkog odgovora na pojedino pitanje bilo je moguće utvrditi biološko značenje odgovora te izdvojiti pogrešne odgovore koji se učestalo ponavljaju ili imaju isto značenje u razumijevanju ispitivanog koncepta. Odgovori na pitanja dali su uvid u pogrešna razmišljanja koja se često javljaju kod izvrsnih učenika koji sudjeluju na županijskom natjecanju iz biologije.

Na stručnim vijećima nastavnika biologije, nastavnici su izdvojili očekivane miskoncepcije s kojima se kod učenika susreću na kraju osnovnoškolskog obrazovanja (Lukša i sur, 2013). Pri tom su nastavnici izdvojili sljedeće miskoncepcije: “ne razlikuju mitozu i mejozu”; “ne razlikuju broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama”; “ne povezuju mitozu i mejozu s tjelesnim i spolnim stanicama”, što će se koristiti kao osnova za usporedbu s rezultatima ovog istraživanja.

Pitanja u županijskom natjecanju iz biologije za sedmi razred 2015. i 2017. godine većim su udjelom provjeravala ključni koncept životnog ciklusa stanice, te su se prema odgovorima učenika izdvojila pogrešna razmišljanja koja odgovaraju navedenim očekivanim miskoncepcijama. Međutim, uzevši u obzir uspjeh učenika i razinu razumijevanja koncepta, ne može se govoriti o pojavi miskoncepcije “ne razlikuju mitozu i mejozu”, jer takva izjava nije dovoljno precizna u definiranju miskoncepcije, a

prema rezultatima učenika utvrđeno je da se radi o neznanju učenika slabijeg uspjeha. Kod očekivane miskonceptije “ne razlikuju broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama”, na uzorku učenika sudionika natjecanja 2017. godine utvrđena je izrečena očekivana miskonceptija na primjeru tjelesnih i spolnih stanica pčela. Kod učenika s natjecanja 2015. godine isti se koncept ispitivao kroz drugi tip zadatka te nije određeno postojanje miskonceptije, nego nedostatak znanja na I. i II. kognitivnoj razini. Velik broj učenika koji je na spomenuto pitanje odgovorilo netočno pripada u VII. klasu riješenosti provjere, što odgovara rezultatima Garašić (2012), prema kojima je prosječna usvojenost bioloških znanja učenika u Hrvatskoj ispod 50%, s time da je najveća prosječna usvojenost sadržaja na I. kognitivnoj razini, a opada prema III. kognitivnoj razini. Očekivana miskonceptija “ne povezuju mitozu i mejozu s tjelesnim i spolnim stanicama” nije utvrđena na uzorku učenika u ovom istraživanju. Povezani koncept ispitivan je kroz jednu tvrdnju u zadatku alternativnog izbora gdje je čak 90% učenika odgovorilo točno.

Ukupno, možemo govoriti o slaganju dobivenih rezultata s ranijim istraživanjima, u kojim se najviše problema uz makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma* odnosi upravo na životni ciklus stanice (Lukša i sur, 2016), a ponajviše na proces mejoze, konkretno važnost promjene broja kromosoma u stanici kroz mejozu. S obzirom da se stanične diobe ponavljaju kroz nastavni sadržaj biologije u osnovnoj i srednjoj školi, a učenici i na kraju srednjoškolskog obrazovanja imaju jednake probleme u razumijevanju životnog ciklusa stanice kao i učenici u osnovnim školama, uzroke možemo potražiti u tradicionalnom načinu poučavanja staničnih dioba koji često uključuje predetaljne opise procesa (Lukša, 2011; Lukša i sur, 2016). Isti problem javlja se i u slučajevima kada nastavnici inzistiraju na nazivlju pojedinih faza mitoze i mejoze bez razumijevanja događaja tijekom samih procesa, koji su učenicima apstraktni (Radanović i sur, 2017 a). Kao što ističe Garašić (2012), kod nekih pitanja koja ispituju uloge staničnih dioba lako je moguće da netočan odgovor nije rezultat nerazumijevanja, već zamjene naziva staničnih dioba, koje učenici često nazivom miješaju i lako zaboravljaju. Zbog toga, nastava biologije trebala bi se mijenjati tako da se poučavanje i provjeravanje postignuća ne temelji na nazivlju kojim ne možemo provjeriti znanje na razini razumijevanja, kao što je bio slučaj u dijelovima pitanja 22 (2015. godine, 7. razred), te pitanja 13 (2015. godine, 8. razred), gdje se točnost odgovora oslanja na prisjećanje naziva određene vrste stanične diobe.

Kod dijela učenika 8. razreda koji su bili sudionici natjecanja 2015. godine uočeno je pogrešno mišljenje da su svi kromosomi u tjelesnim stanicama tjelesni kromosomi, koje se prema istraživanju Garašić (2012) ponovno javlja u uzrastu učenika 3. i 4. razreda gimnazije. U spomenutom se istraživanju ovo pogrešno razmišljanje nadopunjuje odgovorima učenika prema kojima u spolnim stanicama možemo pronaći samo spolne kromosome. U istom se istraživanju kod učenika 4. razreda gimnazije javljaju problemi pri povezivanju broja molekula DNA u tjelesnim i spolnim stanicama čovjeka, a koji se pojavljuju i kod učenika osmog razreda 2015. godine. S obzirom da se spomenuti koncepti spominju više puta kroz nastavu biologije u osnovnoj i srednjoj školi kao sastavni dio nastavnih sadržaja biologije za sedmi i osmi razred, te za prvi i četvrti razred gimnazije, valjalo bi provjeriti njihovo razumijevanje kod iste generacije učenika više puta tijekom školovanja. Nerazumijevanje veze kromosoma, kromatida, molekule DNA i gena česta je miskonceptija kod učenika svih uzrasta (Berthelsen, 1999), a loši rezultati kod učenika hrvatskih škola potvrđuju se i u istraživanju Lukše i sur. (2016). Uspješni učenici biti će uspješni bez obzira kakvu podršku dobivaju od nastavnika, što potvrđuju rezultati Lugar i Mustać (2016) koji ukazuju da najuspješniji učenici na

natjecanju uspješnije rješavaju zadatke viših kognitivnih razina što je posljedica konceptualnog razumijevanja nastavnih sadržaja te razumijevanja i primjene uzročno-posljedičnih veza. Konceptualno razumijevanje omogućit će im i olakšati donošenje vlastitih ili razumijevanje tuđih odluka kao odgovornih osoba i članova društva (Lukša i sur, 2013).

Većina učenika sudionika županijskog natjecanja za osmi razred pokazuje dobro poznavanje broja kromosoma u stanicama nakon mitoze i mejoze. U nacionalnim ispitima provedenima 2008. godine, samo je petina učenika ponudila točne odgovore na više pitanja koja su provjeravala taj koncept (Radanović i sur, 2010). S obzirom da su se u izradi ovog rada analizirali odgovori 20% najuspješnijih učenika na Županijskom natjecanju, a isti su učenici u većem dijelu pokazali razumijevanje promjene broja kromosoma kroz stanični ciklus, može se govoriti da se rezultati slažu i ne postoji velika razlika u razumijevanju broja i strukture kromosoma u stanici kroz generacije.

Dio učenika osmog razreda koji su sudjelovali na Županijskom natjecanju 2015. godine pokazuje loše razumijevanje procesa oplodnje, što se provjeravalo kroz nekoliko pitanja na provjeri. U dosadašnjim istraživanjima nisu izdvojena pitanja koja bi se vezala uz koncept oplodnje te stoga nisu uočeni problemi u razumijevanju, ali s obzirom da se radi o odgovorima 20% najuspješnijih učenika na Županijskom natjecanju, valjalo bi provjeriti kakvo je razumijevanje procesa oplodnje kod čitave generacije učenika osmog razreda.

Na Županijskom natjecanju za sedmi razred 2015. godine pitanja uz makrokoncept Razmnožavanje i razvoj organizma bila su različitih tipova – dva zadatka višestrukog izbora, te po jedan zadatak navođenja iz crteža i zadatak redanja. Na Županijskom natjecanju 2017. sva su pitanja vezana uz koncept razmnožavanje bila zadaci alternativnog izbora s po pet konceptualno povezanih tvrdnji. Učenici na natjecanju 2015. godine bili su uspješniji pri rješavanju pitanja višestrukog izbora, iako ponuđeni distraktori nisu bili međusobno konceptualno povezani. Kod zadataka alternativnog izbora, pojedinačne tvrdnje u zadatku uglavnom su vrlo uspješno rješavane, međutim ukupna riješenost zadatka odstupa od tih rezultata, prema čemu se može zaključiti da određen udio točnih odgovora na pojedinu tvrdnju proizlazi iz pogađanja odgovora te da učenici slabo povezuju tvrdnje unutar istog pitanja da bi logički došli do točnog odgovora.

Makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma* na županijskim natjecanjima u najvećem je udjelu zastupljen pitanjima II. kognitivne razine, odnosno razine primjene i konceptualnog razumijevanja. Uspješno rješavanje tih pitanja cilj je koji se želi ostvariti kod što većeg broja učenika biologije. Pri rješavanju složenih zadataka, učenici uglavnom pokazuju djelomično konceptualno razumijevanje. Uzrok tome može se potražiti u načinu učenja i poučavanja biologije koji još uvijek vlada hrvatskim školama, a koji zahtijeva veliku količinu reproduktivnog znanja koje se tek djelomično sustavno izgrađuje i usložnjava na višu kognitivnu razinu. Učenici nisu navikli da se od njih traži primjena znanja, već ih se obično provjerava zadacima prve kognitivne razine gdje često mogu dati odgovor na temelju prepoznavanja ili memoriranja činjenica. Na županijskim natjecanjima, međutim, preporučeno je omjer zadataka otprilike 1/5 zadataka I. kognitivne razine, 2/3 zadataka II. kognitivne razine i 1/3 zadataka III. kognitivne razine (Radanović i sur, 2013). U sve tri provjere najbolje su rješavani zadaci I. kognitivne razine, bez obzira na težinu, dok riješenost zadataka pada kod zadataka više kognitivne razine (Begić i sur, 2016; Lugar i Mustać, 2016). U ovom radu pokazalo se da na županijskom natjecanju ipak dolaze i pitanja I. kognitivne razine, što bi se trebalo izbjegavati, budući se radi o učenicima koji su vrlo uspješni i ostvaruju iznadprosječne rezultate u nastavi biologije. Međutim,

kombinacija pitanja I. razine koja provjerava ključne činjenice može se uključiti u zadatke viših kognitivnih razina, kao u pitanju 22 na natjecanju 2015. godine. Izdvojena pitanja sa Županijskog natjecanja iz biologije za 8. razred bila su vezana uz koncept nasljeđivanja na razini organizma i stanice te uz razmnožavanje čovjeka. Od izdvojenih pitanja, niti jedno nije bilo III. kognitivne razine.

Nastavni programi prirode i biologije u hrvatskim školama sadržajno su orijentirani, a sadržaji su vezani uz podjelu biologije prema područjima (Lukša i sur., 2013, prema Radanović i sur., 2017 c). Slično se može vidjeti i u organizaciji nastave biologije u drugim zemljama, gdje se biologija uči na osnovu pamćenja činjenica bez njihova međusobnog povezivanja (Din Yan Yip, 1998). Tek se unatrag nekoliko godina može pronaći reorganizacija nastavnih sadržaja biologije prema konceptima, npr. u ispitnom katalogu državne mature, gdje se obrazovni ishodi organiziraju prema konceptima koje ispituju te se na taj način tvore konceptualne poveznice između nastavnih tema obuhvaćenih nastavnim planom i programom za biologiju. U samom načinu učenja i poučavanja biologije, nalazimo probleme jer hrvatski nastavnici nemaju dovoljan uvid u stvarno konceptualno razumijevanje učenika (Lukša, 2011), pa ne mogu ispravno odrediti predkonceptije i očekivane miskoncepcije, čije bi poznavanje bilo vrlo korisno u planiranju nastave.

Konceptualne mape koristan su alat čijom se primjenom u nastavi kod učenika pospješuje retencija znanja, ali i bolji rezultati u rješavanju pitanja viših kognitivnih razina (Latin i sur, 2016). Učenici koji u nastavi koriste konceptualne mape samostalno uče, povezuju pojmove i kritički razmišljaju, što pridonosi njihovom kasnijem uspjehu pri rješavanju zadataka viših kognitivnih razina (Latin i sur, 2016; Adamov i sur, 2009; Yip, 1998), dok su učenici koji tijekom učenja izrađuju konceptualne mape uspješniji u prepoznavanju veza između koncepata (Radanović i sur, 2017). S obzirom da su brojni problemi uočeni tijekom ove analize posljedica slabijeg konceptualnog povezivanja učenika, potrebno je u budućim istraživanjima utvrditi mogućnost savladavanja učenih problema uz pravilnu primjenu konceptualnih mapa kao alata za sistematizaciju znanja učenika.

ZAKLJUČAK

Učenici bolje rješavaju zadatke niže kognitivne razine te zadatke u kojima za točan odgovor nije potrebno konceptualno razumijevanje. Učenici bolje rješavaju zadatke više kognitivne razine ako je za dio zadatka dostatna reprodukcija znanja ili se u zadatku eliminacijom netočnih odgovora i logičnim zaključivanjem može odrediti točan odgovor, što ukazuje na to da se u nastavi kod učenika često ne traži i ne provjerava znanje na višim kognitivnim razinama, iako je znanje na razini razumijevanja važno svim učenicima, a ne samo onima najuspješnijima.

Utvrđeno je postojanje nekoliko miskoncepcija, usko vezanih uz ključni koncept životni ciklus stanice. Najviše poteškoća učenici imaju u razumijevanju uloge mitoze i mejoze u rastu, razvoju i razmnožavanju organizma. Učenici imaju poteškoća u povezivanju temeljnog koncepta životnog ciklusa stanice s drugim temeljnim konceptima unutar makrokoncepta *Razmnožavanje i razvoj organizma*.

Veći udio netočnih odgovora na pitanja uz makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma* proizlazi iz nedostatnog znanja, lošeg povezivanja znanja te krivog tumačenja zadatka, a ne miskoncepcija, što je povezano s problemima u učenju i poučavanju, odnosno prevladavajućem tradicionalnom obliku nastave u hrvatskim školama.

Učenici osmog razreda pokazuju loše razumijevanje koncepta oplodnje te povezanosti kromosoma i molekula DNA u stanici, što potvrđuje rezultate ranijih istraživanja. Loši rezultati povezani su s površnim spominjanjem navedenih konceptata tijekom učenja i poučavanja biologije, pretežito tradicionalnim oblikom nastave te ukazuju na potrebu promjene u kreiranju nastave biologije i primjene novih nastavnih strategija koje će se oslanjati na samostalni rad učenika.

Rezultati analize pitanja i odgovora učenika važno je uočiti da kod pitanja višestrukog izbora ne možemo isključiti mogućnost pogađanja odgovora, kao ni mogućnost da su učenici za točan odgovor iskoristili djelomično memorirane činjenice bez dubljeg razumijevanja. Osim toga sam izbor pojedinog distraktora nije dovoljan da s potpunom sigurnošću utvrdimo postojanje miskoncepcija. Za potvrdu utvrđenih miskoncepcija u ovom radu bilo bi potrebno u sljedećoj fazi iste ispitati korištenjem pitanja otvorenog tipa, dvoslojnim pitanjima ili intervjuiranjem učenika. Jednako tako potrebno je u utvrđenim problematičnim konceptima analizirati udžbenike kao moguće izvore miskoncepcija jer su primjerice mitozu i mejozu dosta problematično opisane u nekim udžbenicima. Moguće je da i kod dijela nastavnika postoje određene miskoncepcije kojih oni nisu svjesni, a koje onda prenose svojim učenicima. Ovu tvrdnju svakako bi trebalo ispitati u sljedećoj fazi istraživanja. Taj je problem jasno vidljiv i kod pitanja vezanih npr. Uz sindrome koji su se pokazali prilično problematičnima za osnovnu školu pogotovo kad je riječ o aberacijama spolnih kromosoma.

METODIČKI ZNAČAJ

Utvrđene miskoncepcije i problemi s razumijevanjem životnog ciklusa i oplodnje tijekom učenja biologije u osnovnoj školi ukazuje na potrebu promjene u poučavanju sa svrhom sprečavanja uočenih problema. Za razvoj konceptualnog razumijevanja bioloških sadržaja, nastava biologije trebala bi biti vođena izgradnjom konceptata što se lakše postiže upotrebom novijih nastavnih strategija u usporedbi s tradicionalnom, predavačkom nastavom.

Tijekom nastave učenici često izrađuju modele staničnih dioba bez povezivanja tih procesa s odgovarajućim primjerima zbivanja u organizmu. Bilo bi dobro kad bi se dinamični modeli izrađivali na način da se u istom prikazu poveže nastanak spolnih stanica mejozom, oplodnja i nastanak zigote, te dalje mitozu tjelesnih stanica u svrhu rasta i razvitka organizma. Također bi bilo dobro tražiti učenike da te procese prikazuju crtežima, stripovima ili stop animacijom u kontekstu životnih ciklusa različitih organizama, stanica i tkiva. Općenito, u nastavi se životni ciklusi organizama uglavnom promatraju samo makroskopski, pa učenici teže povezuju naučene životne cikluse sa zbivanjima na razini stanice. Osim korištenja modela, interaktivne igre u kojima bi učenici mogli određivati tijek opisanih ciklusa te vidjeti kakvo bi značenje njihove pogreške imale za živu stanicu ili organizam, što bi bilo korisno pomagalo pri povezivanju nastavnih sadržaja i uspostavi uzročno-posljedičnih koraka, procesa i pojava. U nastavi se teže dolazi do otkrivanja nekih miskoncepcija, jer se rijetko od učenika traži da primjene svoje znanje u određenom kontekstu na dubljoj razini kao što na primjer da odrede u kojoj se fazi razvoja jedinke definiraju njeni geni, smatrajući da je svima jasno da geni ovise o kromosomima koje potomci nasljeđuju od roditelja. I ova se miskoncepcija može ukloniti izradom modela životnog ciklusa stanice, oplodnje i razvoja zametka iz zigote, posebno obraćajući pažnju na vrste i broj kromosoma koji u tim procesima sudjeluju. Aktivnost bi se mogla izvršiti tako da učenici modeliraju mutacije broja kromosoma, npr. Klinefelterov sindrom, Downov sindrom, itd. pazeći da grešku naprave namjerno u pravom dijelu životnog ciklusa stanice, te da pripaze da se tijekom dijeljenja zigote i razvoja u zametak stanice ne mijenjaju, već nastaju njihove identične kopije.

Miskoncepcija uočena uz razlikovanje haploidnih i diploidnih stanica se u nastavi može ukloniti detaljnim proučavanjem i ilustriranjem nasljeđivanja i životnog ciklusa stanice. Sve uočene miskoncepcije mogu se izbjeći ako se pri poučavanju demonstriraju konceptualne mape uz detaljno objašnjenje poveznica i mogućnosti samostalne izrade konceptualne mape (Radanović i sur, 2017) u kojoj bi se moglo primijeniti znanje o životnim ciklusima i oplodnji u novim kontekstima.

LITERATURA

- Adamov, J., Segedinac, M., Cvjetičanin, S., Bakos, R. (2009) Concept maps as diagnostic tools in assessing the acquisition and retention of knowledge in biochemistry. *Odgojne znanosti*, 1, 53-71.
- Barker, M., Carr, M. 1989. Photosynthesis: can our pupils see the wood for the trees? *Journal of Biological Education*: 23, 1, 41-44.
- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. 2016. Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2, 13-42.
- Berthelsen, B. (1999). Students Naïve Conceptions in Life Science. *MSTA Journal*, 44(1) (Spring'99), pp. 13-19. <http://www.msta-mich.org>
- Braš Roth, M., Markočić Dekanić, A., Markuš Sandrić, M. 2017. PISA 2015., Prirodoslovne kompetencije za život. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar.
- Din Yan Yip (1998) Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching, *Journal of Biological Education*, 33:1, 21-26
- Garašić, D. 2012. Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja: doktorska disertacija Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 348 str.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*, Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (ur.). Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, 211-239.
- HBD 2017. Natjecanja učenika. <http://www.hbd-sbc.hr/natjecanja-ucenika/>; preuzeto 29.5.2017.
- Hopkins, W.G. 2000. A new view of statistics. Internet Society for Sport Science. <http://www.sportsci.org/resource/stats/>; preuzeto 15.09.2017.
- Latin, K., Merdić, E., Labak, I. (2016) Usvojenost nastavnog sadržaja iz biologije primjenom konceptualnih mapa kod učenika srednje škole. *Educ. biol.*, 2:1-9.
- Lorenzo, M., Crouch, C.H., Mazur, E. 2006. Reducing the gender gap in the physics classroom. *Am J Phys* 74, 118–122, DOI: 10.1152/advan.00061.2005; preuzeto 1.4.2017.
- Lugar, L., Mustać, A. 2016. Uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju pisanih zadataka iz biologije. *Educ. biol.*, 2, 49-66.
- Lukša, Ž. 2011. Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepta u biologiji: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptualnog okvira za biologiju, *Život i škola*, br. 30, 2, 156-171.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 154, 4, 527-548.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2016. Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*. 13,3, 143-160.
- Michael, J. A., Wenderoth, M.P., Modell, H.I., Cliff, W., Horwitz, B., McHale, P., Richardson, D., Silverthorn, D., Williams, S., Whitescarver, S. 2002. Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. *Advanced Physiology Education* 26, 72–84.
- Modell, H. I. 2000. How to help students understand physiology? Emphasize general models. *Advances in Physiology Education* 23, 101–107.
- Modell, H., Michael, J., Wenderoth, M.P. 2005. Helping the learner to learn: the role of uncovering misconceptions. *The American Biology Teacher* 67, 20-26.
- Momsen, J.L., Long, T.M., Wyse, S.A., Ebert-May, D. 2010. Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills CBE—Life Sciences Education. 9, 435–440.
- MZOŠ 2006. Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
- Novak, J. D., Cañas, A. J. 2008. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.
- Radanović, I., Čurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P. & Valjak, M. 2010. Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Sumpor, D., Mustać, A. (2013) Preporuke za autore i recenzente provjera natjecanja u znanju biologije. HBD. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf>. Preuzeto 31.7.2017.

- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. 2015. Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb. 53 str.
- Radanović I., Lukša Ž., Begić V., Bastić M., Gotlibović G., Kapov S., Pavunec S., Toljan M. 2017.a Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije školskih godina 2013./2014. i 2014./2015. NCVVO Zagreb, 101 str.
- Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić LJ., Sertić Perić M., Toljan M. 2017.b Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb, 212 str.
- Radanović, I., Lukša, Ž., Garašić, D., Sertić Perić, M., Gavric, B., Begić, V., Novoselic, D. 2017.c The effect of learning experiences using expert concept maps on understanding cell division processes.. – ESERA (European Science Education Research Association), Dublin. Ireland.
- Ristić Dedić, Z., Jokić, B., Šabić, J. 2011. Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije, NCVVO i IDIZ, Zagreb
- Ruiz-Primo, M., Schultz, S., Li, M., & Shavelson, R. 2001. Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 260-278.
- Tanner, K., Allen, D. 2005, Approaches to Biology Teaching and Learning: Understanding the Wrong Answers—Teaching toward Conceptual Change. *Cell Biology Education*, 4, 112–117.
- Wood, W.B. 2009. Revising the AP biology curriculum. *Science* 325, 1627–1628.

URBANI POTOCI – PRISTUPAČNA STANIŠTA ZA PROVEDBU EKOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U NASTAVI PRIRODE I BIOLOGIJE

Mirela Sertić Perić, Ines Radanović

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Biološki odsjek, Zagreb, Hrvatska

msertic@biol.pmf.hr

SAŽETAK

Širenjem urbanih zona i povećanjem broja urbanog stanovništva, gradovi su postali najveći izvori onečišćenja. Suvremeni urbani sadržaji povećavaju kvalitetu života gradskog stanovništva, međutim mijenjaju prirodno stanje okoliša. Stoga se u suvremenoj biologiji počela isticati urbana ekologija - jedna od novijih disciplina presudna za urbanizam i urbanističko planiranje, koja omogućuje procjenu stanja okoliša u gradovima te provedbu sustavnog nadzora, u svrhu očuvanja i zaštite gradskih ekosustava, uključujući i urbane vodotoke. U ovom radu navodimo primjer istraživanja urbanih potoka u kojem se razmatraju razmjeri i moguće posljedice urbanih utjecaja na ekologiju vodenih ekosustava i koje može poslužiti kao osnova za objašnjavanje osnovnih ekoloških koncepata i sadržaja, kao što su struktura bioloških zajednica, hranidbene mreže, oligotrofija ili eutrofija, ekološka valencija i rasprostranjenost organizama, ekološka niša. Nadalje, povezivanjem tematike urbane ekologije s problematikom ugroženosti vodnih resursa te korištenjem urbanih potoka kao modelnih staništa za istraživanje ekoloških tema (i usvajanje ekoloških koncepata) u nastavi Prirode i Biologije, učenike se (osim važnih ekoloških koncepata) upoznaje i sa suvremenom ideologijom „zelenog rasta“, „zelenih“ gradova, održivog razvoja, zaštite okoliša te regionalnog razvoja. Opisano istraživanje primjereno je za učenike viših razreda osnovne škole (Biologija 7 i 8) i/ili za učenike srednjih škola (u vidu kratkoročnog i/ili dugoročnog ekološkog istraživanja urbanih potoka u neposrednoj blizini škole i/ili životne sredine učenika), a može se prilagoditi i za učenike mlađeg uzrasta. Predstavljeno istraživanje uključuje istraživanje ekološkog stanja urbanih potoka kroz praćenje: (i) kakvoće vode (fizičko-kemijskih svojstava vode); (ii) sastava vodene faune koja čini osnovu hranidbenih lanaca u vodenim ekosustavima (bentoskih makrobekralježnjaka i organizama obraštaja); (iii) dinamike transporta (nizvodnog otplavlivanja) organizama u urbanim vodotocima; (iv) biotičkog indeksa na osnovu primijećenih makrobekralježnjaka kao informaciji o onečišćenju vodotoka. Važno je napomenuti da odabrane aktivnosti mogu biti primijenjene u istraživanju osnovnih bioloških pokazatelja svih, a ne samo urbanih, vodenih ekosustava. U tom smislu, opisana metodologija može biti prilagođena i primijenjena za slična istraživanja ostalih tipova tekućica dostupnih učenicima. Pri provedbi aktivnosti, potiče se korištenje Priručnika za voditelje programa GLOBE, koji je dostupan na poveznici <http://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, i kojim se već služi i više od stotinu hrvatskih škola uključenih u GLOBE mrežu, ali se predlažu i novije (kvantitativne) metode uzorkovanja makrobekralježnjaka i organizama obraštaja, kao i pojednostavljeni ključevi za taksonomsku determinaciju organizama primjenjivi u nastavi Prirode i Biologije.

Ključne riječi: urbana ekologija, makrozoobentos, drift, Hessov uzorkivač, biotički indeks, ključevi za taksonomsku determinaciju

UVOD

Gotovo polovica svjetske populacije živi u urbanim područjima, a suvremeni trend urbanizacije prisutan je i u Hrvatskoj. S gotovo 70% gradskog stanovništva, Hrvatska se svrstava u umjereno urbanizirane zemlje, a najveća koncentracija stanovništva (18%) i većine privrednih djelatnosti je u gradu Zagrebu (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012). Širenjem urbanih zona i povećanjem broja urbanog stanovništva, gradovi su postali najveći potrošači pitke vode i postojećih energetske zaliha, ali i najveći izvori onečišćenja. U razdoblju suvremenih globalnih promjena, potencijalni izvori, kao i okolišni pokazatelji i posljedice onečišćenja u urbanim zonama su brojni. Uz problem gradske buke i zagađenja zraka i tla, najčešće se ističe problem pitkih voda, koji je ponajviše vezan uz preobrazbu, prenamjenu i potpuno zatrpavanje gradskih vodenih tokova, odnosno uz onečišćenje gradskih vodenih ekosustava (Paul i Meyer, 2001).

Osim za piće, urbani vodotoci mogu primjerice poslužiti i za regulaciju gradske (mikro)klime, biogeokemijsko kruženje tvari i poljoprivredne djelatnosti u urbanim zonama te u sportsko-rekreacijske svrhe, odnosno za promociju zdravog načina života i prevenciju bolesti urbanog stanovništva (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Također, urbani potoci mogu poslužiti i kao pristupačna staništa za provedbu ekoloških istraživanja u nastavi Prirode i Biologije. Dakle, „usluge“ urbanih vodenih ekosustava (engl. ecosystem services) su višestruke i mogu znatno utjecati na kakvoću života stanovništva u gradovima, uključujući i njegovu odgojnu i obrazovnu dimenziju. Povećanje obima urbanih sadržaja i kvalitete života gradskog stanovništva često mijenja prirodno stanje okoliša te u određenoj mjeri smanjuje kakvoću prirodnih resursa (Paul i Meyer, 2001). Stoga se u suvremenoj biologiji počela isticati urbana ekologija - jedna od novijih disciplina presudna za urbanizam i urbanističko planiranje, koja omogućuje procjenu stanja okoliša u gradovima te provedbu sustavnog nadzora, u svrhu očuvanja i zaštite gradskih ekosustava, uključujući i urbane vodotoke.

Do danas u Hrvatskoj nije često istraživano i praćeno u kojoj mjeri urbani činitelji utječu na strukturu i ekološku funkcionalnost urbanih vodenih ekosustava, odnosno na kakvoću voda i karakteristike/stabilnost životnih zajednica u urbanim vodotocima. Procjena sastava faune urbanih potoka, uz određivanje bioloških pokazatelja koji upućuju na razinu stresa u potočnim životnim zajednicama, daje jedinstven uvid o potencijalno štetnom djelovanju urbanih utjecaja na organizme koji su posredno ili neposredno vezani uz gradske vodene ekosustave, uključujući i ljude.

Povezivanjem tematike urbane ekologije s problematikom ugroženosti vodnih resursa te korištenjem urbanih potoka kao modelnih staništa za istraživanje ekoloških tema (i usvajanje ekoloških koncepata) u nastavi Prirode i Biologije, učenike se (osim važnih ekoloških koncepata) može upoznati sa suvremenom ideologijom „zelenog rasta“, „zelenih“ gradova, održivog razvoja, zaštite okoliša te regionalnog razvoja (Europska komisija, 2013). Dakle, provođenjem malih istraživačkih projekata učenika na urbanim potocima, ponajprije se stječe uvid u razmjere antropogenih pritisaka na životne zajednice slatkih voda i procjenu ekološkog stanja urbanih vodotoka. Rezultati takvih istraživanja potom mogu poslužiti kao temelj za raspravu o kvaliteti urbanog okoliša, kao i o utjecaju ljudi na prirodna staništa i urbani okoliš. Također, kroz provedbu malih istraživačkih projekata u urbanoj sredini i svom bliskom okruženju, učenici detaljnije upoznaju svoju životnu sredinu te razvijaju stav i svijest o pojmu i značaju regionalnog identiteta, kao i o suvremenim trendovima poput „zelenog rasta“ i urbane ekologije.

Kako uklopiti istraživanje urbanih potoka u nastavu Prirode i Biologije?

Kratkoročna i/ili dugoročna ekološka istraživanja urbanih potoka u neposrednoj blizini škole i/ili životne sredine učenika mogu se uklopiti u nastavu Prirode i Biologije u sklopu izvanučioničke nastave, odnosno u vidu malih (predmetnih) i/ili većih (školskih) istraživačkih projekata učenika. Ovdje je naveden primjer istraživanja urbanih potoka u kojem se razmatraju razmjeri i moguće posljedice urbanih utjecaja na ekologiju vodenih ekosustava i koje može poslužiti kao osnova za objašnjavanje osnovnih ekoloških koncepata i sadržaja, kao što su npr. struktura bioloških zajednica, hranidbene mreže, oligotrofija/eutrofija, ekološka valencija i rasprostranjenost organizama, ekološka niša i sl. (NCVVO, 2016). Uzimajući u obzir poveznicu između urbanog okoliša, antropogenog utjecaja i problematike ugroženosti vodnih resursa, putem opisanog istraživanja učenici se (osim važnih

bioloških/ekoloških koncepata) upoznaju i s konceptom održivosti i razvoja te pojmovima „zelenog rasta“ i „zelenih“ gradova te zaštite okoliša (Europska komisija, 2013; NCVVO, 2016).

Opisano istraživanje primjereno je za učenike viših razreda osnovne škole (Biologija 7 i 8) i/ili za učenike srednjih škola, a uključuje istraživanje ekološkog stanja urbanih potoka kroz praćenje:

- kakvoće vode (fizičko-kemijskih svojstava vode);
- sastava vodene faune koja čini osnovu hranidbenih lanaca u vodenim ekosustavima (bentoskih makrobescralježnjaka i organizama obraštaja);
- dinamike transporta (nizvodnog otplavlivanja) organizama u urbanim vodotocima.

Važno je napomenuti da odabrane aktivnosti mogu biti primijenjene u istraživanju osnovnih bioloških pokazatelja svih, a ne samo urbanih, vodenih ekosustava. U tom smislu, opisana metodologija može biti prilagođena i primijenjena za slična istraživanja ostalih tipova tekućica dostupnih učenicima. Pri provedbi aktivnosti, potiče se korištenje Priručnika za voditelje programa GLOBE, koji je dostupan na poveznici <http://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, i kojim se već služi i više od stotinu hrvatskih škola uključenih u GLOBE mrežu. GLOBE-mreža provodi redovita i kontinuirana učenička mjerenja i opažanja (atmosfera, vode, tla i pokrova) u neposrednom okolišu škole, a rezultati istraživanja se međusobno upotpunjuju i povezuju, čime se ostvaruje program cjelovitog praćenja stanja okoliša (GLOBE Hrvatska, 2016). Osim GLOBE metodologije, u ovom radu se predlažu i neke nove (kvantitativne) metode uzorkovanja makrobescralježnjaka i organizama obraštaja, kao i pojednostavljeni ključevi za taksonomsku determinaciju organizama upotrebljivi u nastavi Prirode i Biologije.

METODE

Planiranje istraživanja urbanih potoka

Za istraživanje se odaberu različita mikrostaništa (postaje istraživanja) duž odabranih urbanih potoka, duž kojih su evidentni različiti „scenariji“ antropogenog utjecaja. Odaberu se:

- mikrostaništa u području manje intenzivne antropogene aktivnosti (npr. u prirodnom tj. nekanaliziranom dijelu toka; zasjenjeni dio toka okružen drvećem i drugom drvenastom vegetacijom), koja će predstavljati REFERENTNE POSTAJE te
- mikrostaništa izložena većim urbanim i antropogenim utjecajima (npr. u kanaliziranom dijelu toka; u blizini utjecaja domaćinstava, gusto naseljenih područja, prometnica, sportsko-rekreacijskih, poljoprivrednih, industrijskih, turističkih sadržaja i sl.), koja će predstavljati ANTROPOGENO-UTJECANE POSTAJE.

Dakle, vrlo je važno odabrati istraživačke postaje (mikrostaništa), koje će predstavljati referentne postaje („kontrolu“), tj. postaje koje podnose najmanji pritisak antropogenih aktivnosti, te postaje koje podnose pojačani urbani (antropogeni) utjecaj. Također, važno je predvidjeti dostatan broj replikata za svaki tip postaje, odnosno potrebno je odabrati barem po 2 referentne postaje te barem po 2 antropogeno-utjecane postaje (npr. po 2 postaje u blizini prometnica, industrije, bolnice, gradskih vrtova i sl.), kako bi se po provedbi istraživanja mogla provesti kvalitetna analiza prikupljenih podataka. Provedba istraživanja ekološkog stanja urbanih potoka predviđa aktivnosti predstavljene u tablici 1. Pri obradi podataka sakupljenih tijekom istraživanja mogu se izračunati brojnost i indeks biološke raznolikosti za pojedine skupine organizama te za cjelokupnu zajednicu svake istraživačke postaje, a može se odrediti i kakvoća vode na osnovu vrlo jednostavno primjenjivog biotičkog indeksa prema BMWP-ASPT metodi (Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon). Važan je dio analize podataka statistička obrada podataka koja će ovisiti o dobi učenika i njihovom razumijevanju statističkih metoda, ali je neophodno da se pri interpretaciji podataka koriste srednje vrijednosti, kako bi učenici naučili da se na osnovu jednog zabilježenog podatka ili malog broja

podataka ne može donijeti vjerodostojan zaključak. Također se pri interpretaciji preporučuje korištenje postotnog udjela kako bi se jasnije izrazio i uočio trend raspodjele i utjecaja podataka brojnosti ili biomase organizama u potoku.

Tablica 1 Provedba istraživanja ekološkog stanja urbanih potoka

Istraživačke aktivnosti
1. Uzorkovanje i provođenje mjerenja na terenu
1.1. Uzorkovanje vode za naknadnu analizu u školi
1.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih parametara u vodi na terenu
1.3. Uzorkovanje bentoskih makrobeskralježnjaka u potočnom bentosu
1.4. Uzorkovanje bentoskih makrobeskralježnjaka u stupcu vode (tzv. uzorkovanje drifta)
1.5. Uzorkovanje organizama obraštaja
2. Analiza uzoraka bentosa i obraštaja u školi
2.1. Taksonomska determinacija makrobeskralježnjaka u uzorcima bentosa i drifta
2.2. Taksonomska determinacija organizama obraštaja
3. Obrada rezultata istraživanja

Uzorkovanje i provođenje mjerenja na terenu

1.1. Uzorkovanje vode za naknadnu analizu u školi

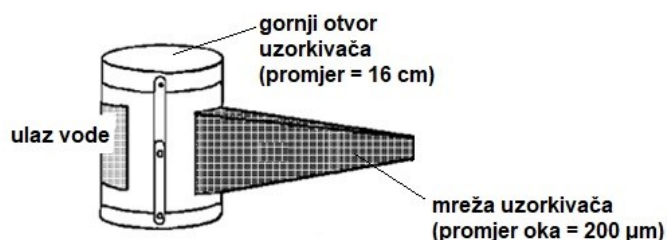
Na svakoj istraživačkoj postaji prikupe se replikatni uzorci vode (najmanje 2 uzorka), koji će naknadno (u školi) biti podvrgnuti analizama fizikalno-kemijskih parametara (npr. koncentracije kisika, nitrata, nitrita) odgovarajućim metodama opisanim u *Priručniku za voditelje programa GLOBE* (Matoničkin Kepčija, 2008). Uzorci vode sakupljaju se ručno, u čiste plastične boce.

1.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih parametara u vodi na terenu

Mjerenje nekoliko fizikalno-kemijskih parametara (npr. temperatura, električna vodljivost, pH) provodi se izravno na terenu pomoću odgovarajućih terenskih mjernih uređaja i metoda opisanih u *Priručniku za voditelje programa GLOBE* (Matoničkin Kepčija, 2008).

1.3. Uzorkovanje bentoskih makrobeskralježnjaka u potočnom bentosu

Prilikom svakog izlaska na teren, na svakoj istraživačkoj postaji uzimaju se replikatni uzorci bentosa (tj. barem 2 uzorka bentoskih makrobeskralježnjaka i pridružene organske tvari) uporabom Hessovog uzorkivača površine 0,049 m² (Slika 1), opremljenog mrežom promjera oka 200 μm, kojim se standardno vrši kvantitativno uzorkovanje bentosa s različitih/reprezentativnih tipova mikrostaništa/supstrata u plitkim tekućicama (Hauer i Resh, 2006). Hessov uzorkivač je pogodan, jer omogućuje precizno kvantitativno uzorkovanje bentosa. U nedostatku profesionalnog Hessovog uzorkivača, može se izraditi zamjenski pomoću plastične vodovodne ili kanalizacijske cijevi većeg promjera i materijala koji se u kućanstvima koristi za izradu zastora (tzv. markizeta).



Slika 1 Hessov uzorkivač potočnog bentosa (prilagođeno prema: <https://www.studyblue.com/notes/n/wildlife-exam-3/deck/11017364>)

Uzorkivač se uroni u potok te se kroz njegov gornji otvor rukom uznemiri dno potoka, čime se omogućuje ulazak organizama i tvari iz potočnog bentosa u mrežu uzorkivača (Slika 2a). Mreža uzorkivača se potom ispere (Slika 2b), a materijal prikupljen u mreži se pročisti pomoću sita istog

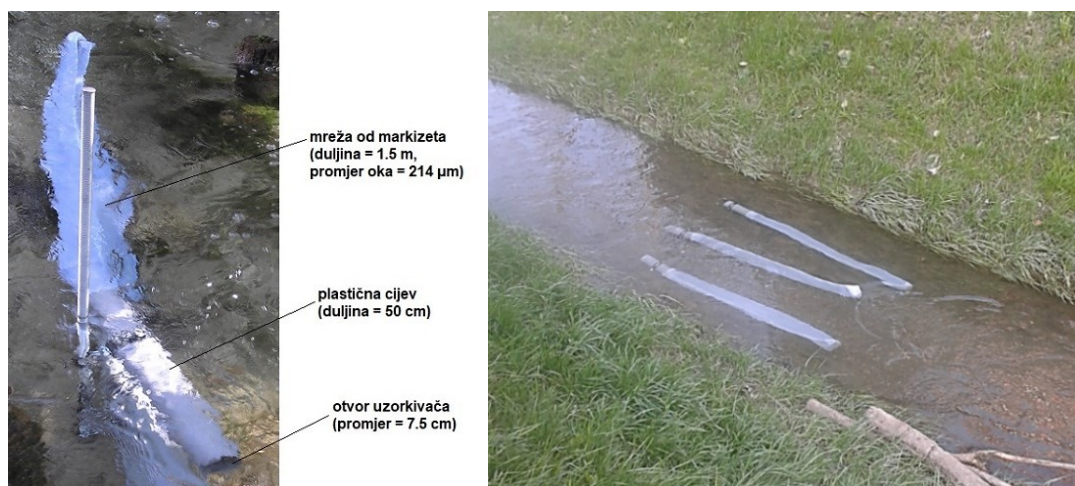
promjera oka kao i mreža (200 μm) i pohrani u 70% etanol. Budući da je mrežu potrebno isprati, kako bi se uklonio i pohranio prikupljeni materijal, pri dizajniranju uzorkivača je važno uzeti u obzir mogućnost pričvršćivanja i skidanja mreže s osnovne konstrukcije (cijevi) uzorkivača (Slika 2b).



Slika 2 Uzorkovanje potočnog bentosa uporabom Hessonovog uzorkivača (Foto: Z. Dragun)

1.4. Uzorkovanje bentoskih makrobeskralježnjaka u stupcu vode (tzv. uzorkovanje drifta)

Prilikom svakog izlaska na teren na svakoj istraživačkoj postaji uzorkuju se makrobeskralježnjaci i organska tvar u driftu (u transportu/stupcu vode) uporabom drift-mreže, odnosno cilindrične plastične cijevi (duljine 50 cm, unutrašnjeg promjera 7,5 cm; otvora 44,2 cm^2) opremljene mrežom duljine 1,5 m (promjera oka 214 μm) (Slika 3). Mreža se može izraditi (sašiti) i od materijala markizeta (važno je prethodno pomoću mikroskopa i optičkog mikrometra odrediti promjer oka odabranog materijala).



Slika 3 Drift uzorkivač uronjen u potok i prikaz simultanog prikupljanja uzoraka drifta. (Foto: M. Sertić Perić)

Na svakoj postaji, replikatni uzorci drifta (barem 2 uzorka) mogu se prikupljati simultano tijekom 15–30 minuta (Slika 3). U cilju standardizacije varijabli drifta po jedinici volumena (broj jedinki/ m^3 , količina organske tvari/ m^3), na otvoru svake drift mreže mjeri se brzina strujanja vode uporabom terenskog uređaja za mjerenje brzine strujanja vode (komercijalne inačice hidrometrijskog krila) te se zabilježi točno vremensko trajanje sakupljanja uzoraka (izloženost mreže struji vode). Prikupljeni uzorci drifta se isperu s mreža te pohrane u 70% etanol.

1.5. Uzorkovanje organizama obraštaja

Obraštaj se uzorkuje na svakoj postaji, tijekom svakog izlaska na teren, metodom struganja i četkanja ili pomoću korera (Slika 4), ovisno o tipu supstrata. S kamenite i drugih čvrstih podloga obraštaj se sastruže skalpelom ili četkicom (npr. četkicom za zube), a s pomične podloge (mulj, pijesak) korerom.



Slika 4 Uzorkovanje obraštaja metodom struganja i korerom (Foto: Z. Dragun)

Važno je zabilježiti površinu sastrugane podloge, odnosno ukupni volumen sastruganog ili korerom prikupljenog materijala, a prikupljeni materijal pohraniti u plastične bočice i dopremiti u školu na hladnom, bez konzerviranja, budući da se mora promatrati dok su organizmi još živi.

2. Analiza uzoraka bentosa i obraštaja u školi

Svi uzorci bentosa i obraštaja sakupljeni na terenu transportiraju se do škole, gdje se provodi njihova daljnja analiza:

2.1. Taksonomska determinacija makrobeskralježnjaka u uzorcima bentosa i drifta

U školi, iz svakog uzorka bentosa/drifta, izoliraju se i determiniraju makrobeskralježnjaci do najniže moguće taksonomske razine uporabom lupe i pojednostavljenih ključeva za taksonomsko određivanje slatkovodnih makrobeskralježnjaka (Prilog 1). Gustoća populacija pojedinih vrsta u bentosu izražava se kao broj jedinki po jedinici površine (broj jedinki/m²), a gustoća drifta kao broj jedinki po jedinici volumena vode (broj jedinki/m³), korištenjem sljedećih formula za izračunavanje:

$$\text{Broj jedinki/m}^2 = \frac{\text{broj jedinki u uzorku bentosa uzetog Hessovim uzorkivačem}}{0.049 \text{ [m}^2\text{]}} \quad (\text{za uzorke bentosa})$$

$$\text{Broj jedinki/m}^3 = \frac{\text{broj jedinki u uzorku drifta}}{0.004418 \text{ [m}^2\text{]} \times \text{brzina strujanja vode [m/s]} \times \text{trajanje uzorkovanja [s]}} \quad (\text{za uzorke drifta}),$$

u kojima su 0.049 i 0.004418 [m²] površine otvora Hessovog i drift-uzorkivača

Prilikom taksonomske determinacije, svaka jedinka makrobeskralježnjaka može se dodatno i izmjeriti (u svrhu određivanja veličinskih kategorija organizama u bentosu i driftu) pomoću milimetarskog papira umetnutog ispod Petrijeve zdjelice u kojoj se determiniraju organizmi.

2.2. Taksonomska determinacija organizama obraštaja

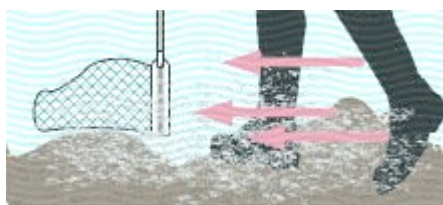
Budući da je većina obraštajnih organizama osjetljiva na fiksative, uzorci obraštaja se pregledavaju na živom materijalu, najkasnije 24 sata nakon uzorkovanja, jer nakon toga dolazi do promjena u sastavu zajednice uslijed razmnožavanja, uginuća i začahurenja pojedinih vrsta. Uzorci se pregledavaju pomoću svjetlosnog mikroskopa i pojednostavljenih ključeva za taksonomsko određivanje slatkovodnih organizama obraštaja (Prilog 2). Za kvantitativnu analizu, uzorak se homogenizira protresanjem i Pasteurovom mikropipetom uzima se po 3 poduzorka volumena 0.5 mL, u kojima se determinira i izbroji sva mikrofauna. Gustoća populacija pojedinih svojti izražava se kao broj jedinki po jedinici površine (jed. cm⁻²) ili volumena (jed. cm⁻³).

3. Obrada rezultata istraživanja

3.1. Izračun brojnosti i indeksa biološke raznolikosti za pojedine skupine organizama (makrobeskralježnjaci, organizmi obraštaja) te za cjelokupnu zajednicu svake istraživačke postaje/potoka metodi opisanoj u *Priručniku za voditelje programa GLOBE* (Matonićkin Kepčija, 2008).

3.2. Određivanje biotičkog indeksa kakvoće vode

Jedan od mogućih pokazatelja pri određivanju kvalitete vode je utvrđivanje biotičkog indeksa, koji može ukazati na onečišćenje u određenom području, a može se koristiti i kao metoda za kontinuirano praćenje kvalitete vode (biomonitoring). U radu s učenicima je primjereno koristiti biotički indeks prema BMWP-ASPT (*Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon*) metodi (Armitage i sur, 1983; Alba-Tercedor i sur, 1988; Martin i sur, 2007). Ta metoda kao indikatorske organizme koristi makrobeskralježnjake, najviše zastupljene kukcima koji dio ili cijeli životni ciklus provode u vodi. BMWP-ASPT metoda temelji se na načelu da različiti vodeni beskralježnjaci imaju različitu toleranciju na zagađivače te svrstava slatkovodne makrobeskralježnjake u skladu s njihovim sposobnostima da podnesu onečišćenje u njihovim staništima (tablica 2). U osnovi, taj indeks procjenjuje raznolikost organizama s obzirom na karakteristike specifične skupine i njene mogućnosti preživljavanja prema stupnju onečišćenja vodenog staništa (. Najveća prednost ove metode je jednostavnost za korištenje. Na osnovu promatranja potrebno je utvrditi postojanje pojedinih skupina kukaca i zabilježiti bodovnu vrijednost u skladu s tablicom 2. Zbroj bodova kao BMWP vrijednost ukazuje na kvalitetu vode, s time da više vrijednosti (u rasponu od 1 do 13) ukazuju na manju razinu onečišćenja, odnosno na bolju kvalitetu vode (tablica 3). Zbroj bodova podijeli se s brojem zabilježenih skupina kako bi se izračunala ASPT vrijednost, koja odražava procjenu raznolikosti staništa. Za olakšano korištenje, posebno kod mlađih učenika, može se koristiti slikovni ključ za biotički indeks prema BMWP-ASPT metodi (prilog 4), pri čemu nije potrebno poznavanje latinskih imena skupina i porodica makrobeskralježnjaka. U svrhu određivanja BMWP-ASPT, makrobeskralježnjaci se mogu sakupiti Surberovom mrežom, Hessovim uzorkivačem (u plitkoj vodi) ili ručnom D-mrežom (Matonićkin Kepčija, 2008) kojom se skuplja uzorak tijekom 3 minute, pri čemu se ispred mreže uznemiruje dno vodenog staništa kako bi makrobeskralježnjaci koji ga nastanjuju bili uhvaćeni u mrežu (slika 5).



Slika 5 Sakupljanje uzoraka makrobeskralježnjaka u potoku ručnom D mrežom (prilagođeno prema Woodlands View Education 2017)

U sakupljenom uzorku odredi se broj vrsta makrobeskralježnjaka, a dovoljna je identifikacija na razini porodice ili skupine. Postupak identifikacije može se olakšati uporabom pojednostavljenog ključa za određivanje (Prilog 1). Dobiveni podaci o organizmima mogu se grupirati prema tablici 2 i/ili 4, pri čemu se svakoj razlikovanoj skupini makrobeskralježnjaka doda odgovarajuća bodovna vrijednost, a zbroj se iskazuje kao BMWP indeks. Ako se želi napraviti detaljnija analiza, ASPT kao srednja vrijednost izračuna se dijeljenjem zbroja bodova (BMWP) s brojem zabilježenih skupina na staništu.

Tablica 2 Biotički indeks prema BMWP – ASPT metodi (revidirano slijedom prema Armitage i sur, 1983; Alba-Tercedor i Sanchez-Ortega, 1988; Martin i sur, 2007 uz dopunu podataka prema istraživačkom iskustvu u RH)

BMWP tablica bodovnih vrijednosti		
Skupine makrobekraljeznjaka	Porodice makrobekraljeznjaka	Vrijednost
Plecoptera	Perlidae	13
Plecoptera	Chloroperlidae	12
Ephemeroptera	Siphonuridae	11
Plecoptera	Taeniopterygidae, Perlodidae	11
Trichoptera	Philopotamidae, Odontoceridae	11
Ephemeroptera	Heptageniidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Leptohyphidae	10
Plecoptera	Leuctridae, Capniidae, Chloroperlidae	10
Trichoptera	Phryganeidae, Goeridae, Lepidostomatidae	10
Crustacea	Astacidae	9
Ephemeroptera	Leptophlebiidae, Ephemeridae	9
Plecoptera	Nemouridae	9
Odonata	Cordulegasteridae	9
Trichoptera	Polycentropodidae, Molannidae, Beraeidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	9
Ephemeroptera	Ephemerellidae,	8
Odonata	Gomphidae, Corduliidae	8
Coleoptera	Gyrinidae	8
Trichoptera	Rhyacophilidae, Leptoceridae, Glossosomatidae, Philopotamidae	8
Ephemeroptera	Caenidae	7
Coleoptera	Scirtidae, Dryopidae	7
Trichoptera	Psychomyiidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Limnephilidae, Polycentropodidae	7
Gastropoda	Viviparidae, Ancyliidae	6
Odonata	Coenagrionidae, Calopterygidae, Aeshnidae	6
Coleoptera	Elmidae	6
Diptera	Tipulidae, Simuliidae	6
Bivalvia	Unionidae	5
Hirudinea	Piscicolidae	5
Crustacea	Gammaridae	5
Ephemeroptera	Baetidae	5
Odonata	Platynemidae, Lestidae, Libellulidae	5
Heteroptera	Hydrometridae, Gerridae	5
Coleoptera	Dytiscidae, Hydrophilidae	5
Megaloptera	Sialidae	5
Turbellaria	Planariidae	4
Gastropoda	Hydrobiidae	4
Bivalvia	Sphaeriidae	4
Oligochaeta	Enchytraeidae, Naididae	4
Arachnida	Hydracarina	4
Odonata	Coenagrionidae	4
Heteroptera	Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae	4
Megaloptera	Corydalidae	4
Coleoptera	Halplidae, Chrysomelidae, Curculionidae	4
Diptera	Chironomidae - Diamesinae, Prodiamesinae, Orthocladinae, Tanytarsini; Anthomyiidae, Ceratopogonidae, Chaoboridae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae, Stratiomyidae, Tabanidae	4
Hirudinea	Piscicolidae	4
Gastropoda	Valvatidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Hirudinea	Glossiphoniidae, Erpobdellidae	3
Hemiptera	Belostomatidae, Corixidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Pleidae, Veliidae	3
Coleoptera	Hygrobiidae, Gyrinidae, Helodidae, Noteridae	3
Gastropoda	Physidae	2
Crustacea	Asellidae	2
Diptera	Chironomidae - Chironomus, Tanypodinae; Culicidae, Ephydriidae, Muscidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta	Stylodrilus, Tubificidae	1
Diptera	Sciomyzidae, Syrphidae, and Rhagionidae	1
Lepidoptera	Crambidae, Pyralidae	1
Hirudinea	Hirudidae	0

Tablica 2 koristi se samo za riječne ekosustave ili za istraživanje lokvi i manjih barica uz potoke i rijeke. Uporabom tablice 2 rezultat biotičkog indeksa dobiva se kao prosjek bodova svih skupina organizama prisutnih u uzorku. Više vrijednosti (u rasponu od 1 do 13) ukazuju na manju razinu onečišćenja, odnosno na bolju kvalitetu vode.

Nije potrebno da učenici poznaju latinska imena organizama, ali ih se može ponuditi za izrazito zainteresirane učenike starije dobi. Biotički indeks kod najmlađih učenika može se izračunati i bez poznavanja naziva skupina makrobekralježnjaka, na način da učenici koriste pri promatranju oznake broja skupine koju su redoslijedno uočili u skladu s vrijednosti organizama te skupine (skupina 1, skupina 2...) za što im može pomoći slikovni ključ za izračunavanje biotičkog indeksa potoka (prilog 4).

Kombinacijom BMWP i ASPT vrijednosti vrši se procjena kvalitete, odnosno razina onečišćenja vodenog staništa (tablica 3).

Tablica 3 BMWP-ASPT vrijednosti za interpretaciju rezultata uz raznolikost makrobekralježnjaka (prema Armitage i sur., 1983; Alba-Tercedor i Sanchez-Ortega, 1988)

BMWP vrijednost	ASPT vrijednost	Kvaliteta i interpretacija raznolikosti zajednice	Tumačenje za stanište s obzirom na antropogeni utjecaj
>150	> 6	vrlo dobro	vrlo čisto, nezagađeno ili bez utjecaja
101-150	> 5	dobro	čisto ili neznatno promijenjeno
51-100	> 4	umjereno	prihvatljivo, ali prisutan manji utjecaj
16-50	< 4	loše (siromašno)	kritično uz umjereni utjecaj ili zagađenje
0-15		jako loše	jako onečišćeno
BMWP = zbroj svih bodova za skupine zabilježene u uzorku / na postaji			
ASTP = BMWP podijeljen s brojem skupina u uzorku / na postaji			

Voda se prema kakvoći može klasificirati i prema tablici 4 (Trihadiningrum and Tjondronegoro, 1998). Grupiranje se temelji na prisutnosti skupina koje se nalaze u specifičnoj grupi organizama koji podnose određeni stupanj zagađenja vode (tablica 4).

Tablica 4 Makrobekralježnjaci kao indikatori zagađenja vode (prema Trihadiningrum and Tjondronegoro, 1998).

Stupanj zagađenja	Makro beskralježnjak kao indikator
1. Nije zagađeno	Trichoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossosomatidae); Planaria
2. Dobra kvaliteta	Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdynuridae, Caebidae); Trichoptera (Hydropsychidae, Psychomyidae); Odonata; Coleoptera (Elminthidae)
3. Malo zagađeno	Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae); Odonata (Libellulidae, Cordulidae); Hirudinea (Glossiphoniidae, Hirudidae); Hemiptera
4. Zagađeno	Oligochaeta (Tubificidae); Diptera (Chironomus thummi-plumosus); Syrphidae
5. Jako zagađeno	nema makro beskralježnjaka

Analiza kakvoće vode na temelju tablice 4 može se kontrolirati i naputcima u tablici 5.

Tablica 5 Naputci za kontrolu i nadopunu određenja kakvoće vode prema tablici 4

Kakvoća vode	U uzorku utvrđeni
vrlo čisto	samo Trichoptera i Planaria, bez indikatora vrsta klasa 2 - 6
čisto	kombinacija pokazatelja organizama iz klasa 1, 2 i 3
prihvatljivo	kombinacija organizama indikatora iz klasa 2, 3 i 4
Kritično onečišćeno	kombinacija organizama indikatora iz klasa 3, 4 i 5
jako onečišćeno	kombinacija indikatorskih organizama iz klasa 4 i 5

3.2. Statistička obrada podataka – analiza i usporedba razmjera utjecaja pojedinih antropogenih pritiska među istraživačkim postajama/potocima

3.3. Dodatni problemski zadaci za učenike na osnovu rezultata istraživanja i s njima povezane literature kao i istraživanja drugih autora (npr. kreiranje sheme hranidbene mreže temeljene na

organizmima pronađenima u uzorcima), koji bi učenike potakli na uočavanje, razmišljanje, zaključivanje i kreativnost i koji bi se temeljili na korelacijsko-integracijskom, istraživačkom i problemskom načinu poučavanja (Begić i sur, 2016).

ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Globalno je prepoznato da urbanizacija nije samo širenje gradova, već i širenje urbanog načina života i antropogenog utjecaja, koji se očituje u svim gradskim sadržajima pa tako i u školskim sadržajima unutar urbanih sredina. Budući da do danas u Republici Hrvatskoj nije istraživano u kojoj mjeri širenje urbanog utjecaja utječe na kakvoću voda urbanih vodotoka i dinamiku pripadajućih životnih zajednica, predloženo istraživanje se oslanja na vrlo aktualnu i relevantnu temu u suvremenoj ekologiji. Kroz usporedbu urbanih potoka na nekoliko postaja duž njihovog toka, a koje podnose različiti stupanj i vrstu antropogenog utjecaja, predloženo istraživanje može pomoći učenicima u svladavanju osnovnih ekoloških koncepata i sadržaja, kao što su npr. struktura bioloških zajednica, hranidbene mreže, oligotrofija/eutrofija, ekološka valencija i rasprostranjenost organizama, ekološka niša i sl. Također, rezultati istraživanja mogu kod učenika potaknuti i razvoj kritičkog mišljenja, budući da temeljem rezultata učenici mogu raspraviti o tome je li javna percepcija urbanih vodotoka istinita ili iskrivljena, odnosno jesu li urbani vodotoci uistinu „pustinje“ ili „vrela života“ usred gradova. Stoga, predloženo istraživanje ne obećava samo originalne i zanimljive podatke relevantne za urbanu ekologiju, već predstavlja i veliki korak naprijed za razvoj istraživačkog i problemskog načina poučavanja te promovira sudjelovanje javnosti (učenika, nastavnika, škola) u znanstvenim istraživanjima (tzv. „citizen science“). Postupnim uključivanjem većeg broja učenika, nastavnika i škola u slična istraživanja urbanih vodotoka/staništa diljem Hrvatske, omogućilo bi se stvaranje mreže „mladih istraživača“ (učenika), njihovih mentora (nastavnika) i institucija (škola), koja bi doprinijela globalnim naporima u razotkrivanju značaja biološke raznolikosti i ekološkog statusa različitih staništa unutar urbanih ekosustava. Dodatna vrijednost ovoga rada jesu i prijedlozi novijih (kvantitativnih) metoda uzorkovanja makrobeskralježnjaka i organizama obraštaja, te pojednostavljenih ključeva za taksonomsku determinaciju slatkovodnih organizama (makrobeskralježnjaka i organizama obraštaja), koji bi se mogli upotrijebiti u nastavi Prirode i Biologije.

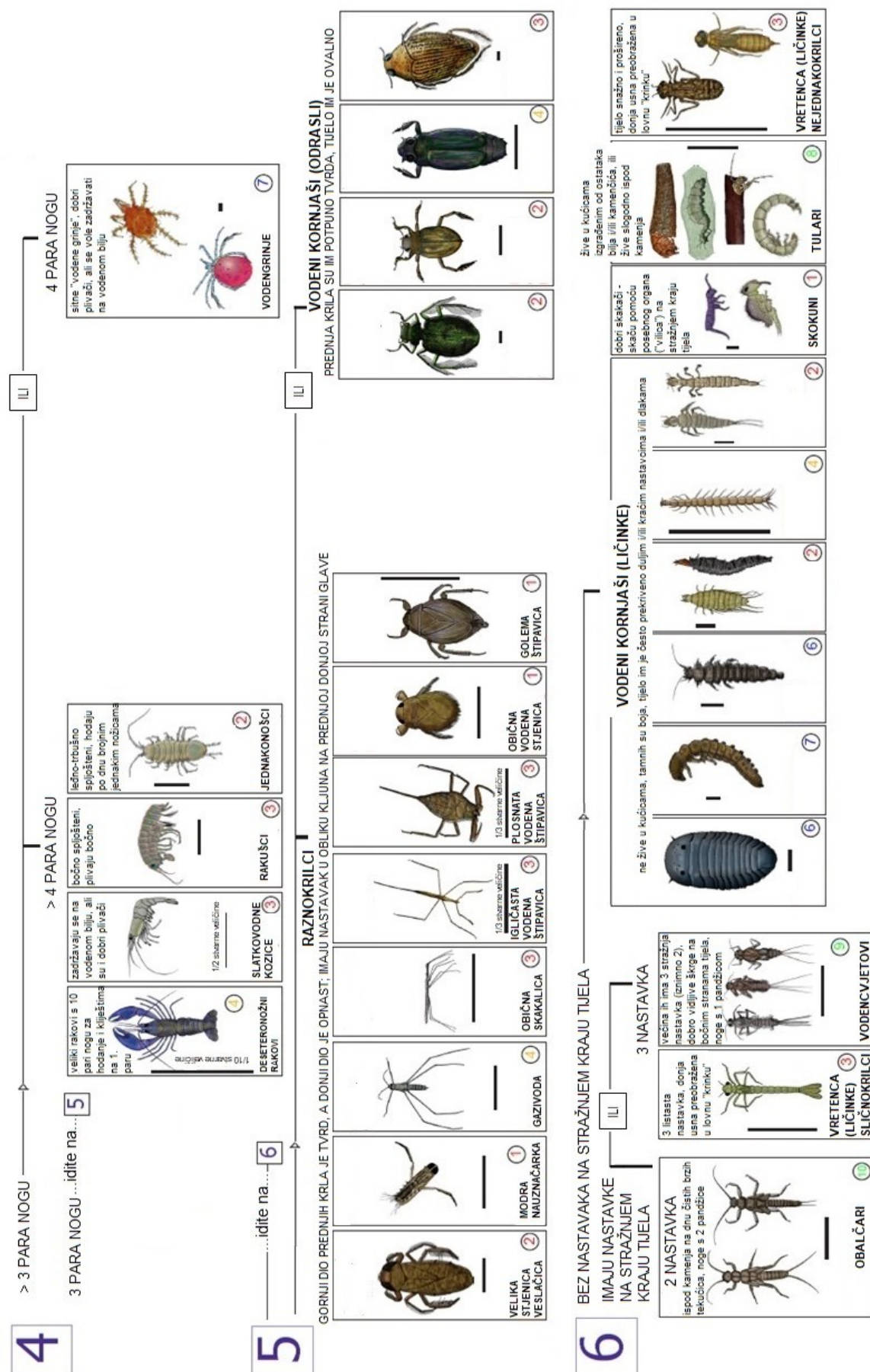
LITERATURA

- Alba-Tercedor J., Sanchez-Ortega A. 1988. Um metodo rapido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4, 51-56.
- Armitage, P. D., D. Moss, J. F. Wright & M. T. Furse, 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrate over a wide range of unpolluted running-water sites. *Wat. Res.* 17, 333-347
- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. 2016. Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educatio biologiae*, 2, 13-42.
- Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske 2012. Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2012. Državni zavod za statistiku RH, Zagreb
- Europska Komisija 2013. Nacrt zajedničkog izvješća o zapošljavanju uz Komunikaciju Komisije o godišnjem pregledu rasta za 2014. Europska Komisija, Bruxelles
- GLOBE Hrvatska 2016. Priručnik za voditelje programa GLOBE, <http://globe.pomsk.hr/GLOBEinfo.htm>, preuzeto 27.6.2017.
- Hawkes, H.A. 1997. Origin and Development of the Biological Monitoring Working Party Score System. *Water Research*, 32, 964-968.
- Hauer, F. R., Resh, V. H. 2006. Macroinvertebrates. U: Hauer F. R., Lamberti G. A. (ur.). *Methods in Stream Ecology*, pp. 435-463, Academic Press, San Diego, USA
- Martin, G., Veal, A., Guthrie, R., Murray-Bligh, J., O'Neill, I. 2007. Revision and testing of BMWP scores. *SNIFFER*, Centre for intelligent environmental systems, Edinburgh, http://www.envirobase.info/PDF/SNIFFER_WFD72a.pdf, preuzeto 13.9.2014.
- Matonićkin Kepčija, R. 2008. Istraživanje vode. GLOBE Hrvatska, <http://public.carnet.hr/globe/prirucnik/voda.PDF>, preuzeto 27.6.2017.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington
- Sertić Perić, M., Radanović, I. 2017. Urbani potoci – pristupačna staništa za provedbu ekoloških istraživanja u nastavi Prirode i Biologije. *Educ. biol.* 3, 1, 106-126.

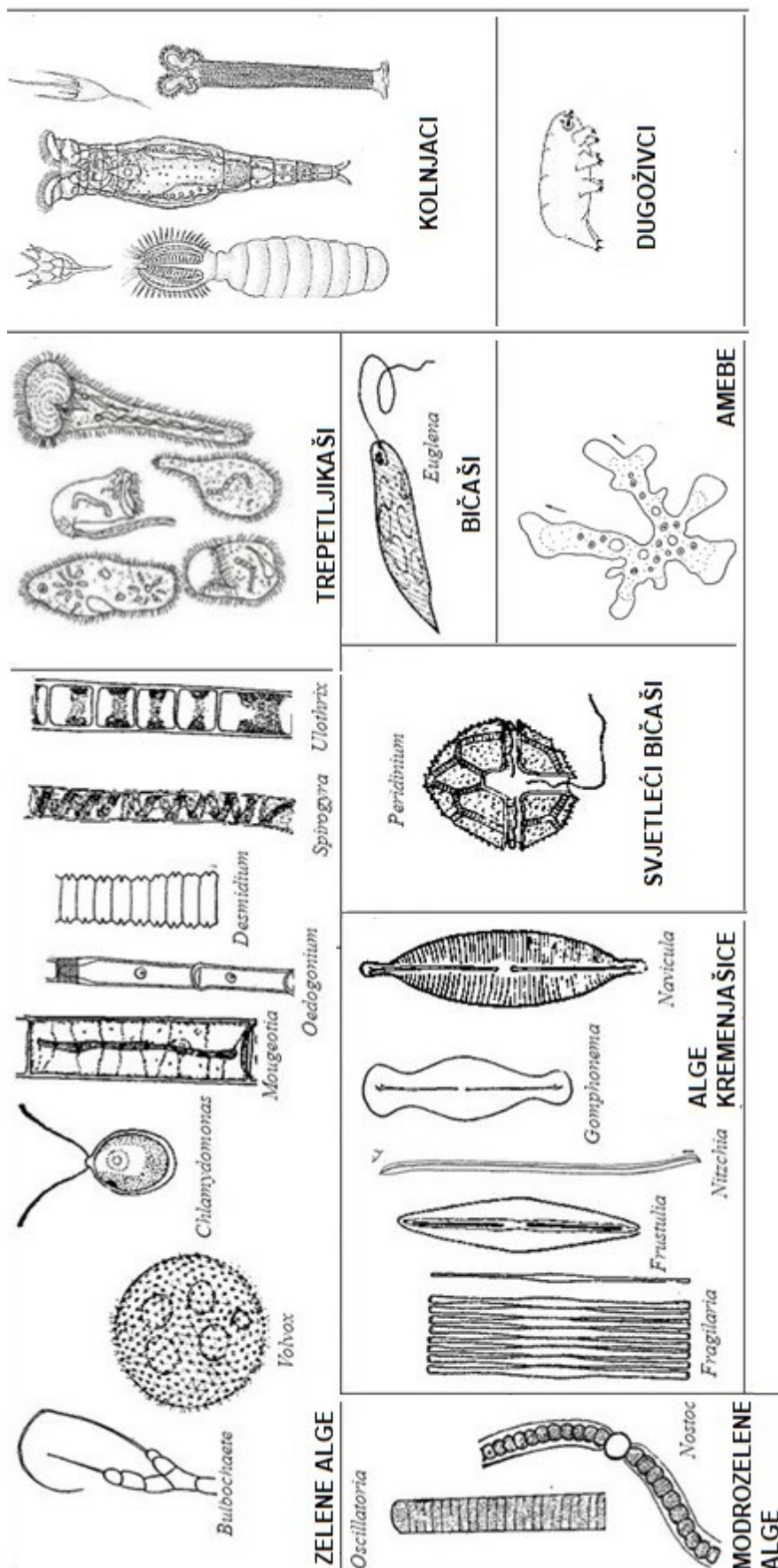
- NCVVO 2016. Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2016./2017. Biologija. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, Zagreb
- Paul, M. J., Meyer, J. L. 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 32, 333-365.
- Trihadiningrum, Y., Tjondronegoro, I. 1998. Bioindikator Pencemaran Badan Air Tawar di Indonesia: Siapakah Kita, Lingkungan & Pembangunan 18, 1, 45 – 60.

IZVORI ZA IZRADU SLIKOVNOG KLJUČA

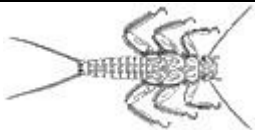
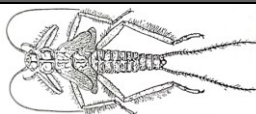
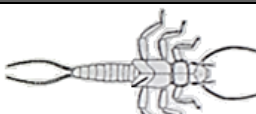
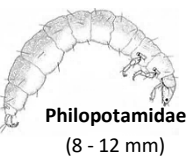
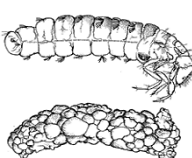
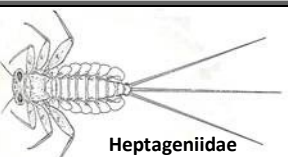
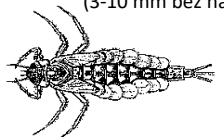
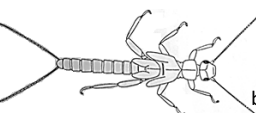
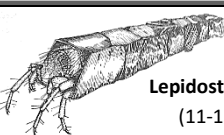
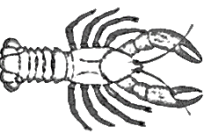
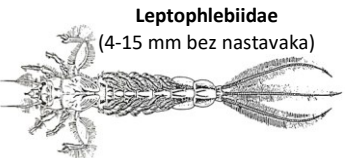
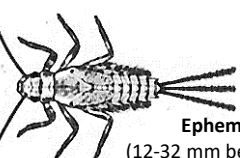
- AFF. 2012. Macro-invertebrate Identification. Alice Ferguson Foundation. <http://fergusonfoundation.org/btw-students/macro-invertebrate-identification/>, preuzeto 2.3.2017.
- Bouchard, Jr., R. W. 2009. Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia. University of Minnesota. <http://midge.cfans.umn.edu/sites/g/files/pua3236/f/media/06plecoptera.pdf>, preuzeto 2.3.2017.
- Bumblebee org 1997. Hexapoda – insects. Bumblebee org <http://www.bumblebee.org/invertebrates/Hexapoda.htm>, preuzeto 16.4.2014.
- DeLorme, A. 2005. Digital key to aquatic insects of North Dakota. Valley City State University Macro-invertebrate lab, North Dakota Department of Health. <http://www.waterbugkey.vcsu.edu/>, preuzeto 2.3.2017.
- Dobson, M. 2013. Family-level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: a brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters *Freshwater Reviews*, 6, 1-32, DOI: 10.1608/FRJ-6.1.450
- D'Souza, K. 2015. Aquatic Invertebrate Identifications. BIOBus. <http://biobus.ca/aquatic-invertebrate-identification/>, preuzeto 2.3.2017.
- Elliott, J. M., Humpesch, U. H., Macan, T. T. 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. FBA Scientific Publication 49. http://dep.wv.gov/www/getinvolved/sos/documents/benthic/british_mayflykey.pdf, preuzeto 2.3.2017.
- Hawking, J., Smith, L., Le Busque, K., Davey, C. 2013. The MDFRC Bug Guide. Murray-Darling Basin Authority. <http://www.mdfrc.org.au/bugguide/>, preuzeto 2.3.2017.
- Iowa State University. 2017. Identification, Images, & Information for Insects, Spiders & Their Kin for the United States & Canada. Iowa State University, Department of Entomology. <https://bugguide.net>, preuzeto 2.3.2017.
- Kazlev, M. A. 2002. Palaeos – Life Through Deep Time. <http://palaeos.com/metazoa/arthropoda/index.html>, preuzeto 2.3.2017.
- Kerovec, M. 1986. Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka. SNL, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- Kriska, G. 2013. Freshwater Invertebrates in Central Europe: A Field Guide. Springer Science & Business Media, Wien.
- Nilsson, A. 1996. Aquatic Insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup, 1-274.
- Nilsson, A. 1997. Aquatic Insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup, 1-440.
- Orma J. 2006. Mollusca. PNFWFG. Smith Museum of Natural History, <http://www.stitchingnature.com/snails/Mollusca>, preuzeto 2.3.2017.
- Stroud Water Research Center. 2017. Macroinvertebrate Identification Key. Stroud Water Research Center. <https://stroudcenter.org/macros/key/>, preuzeto 2.3.2017.
- Sundermann, A., Lohse, S., Beck, L.A., Haase, P. 2007. Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany, *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 1-14, DOI: 10.1051/limn/2007028.
- Valley City State University. 2017. Digital Key to Aquatic Insects of North Dakota. Valley City State University Macroinvertebrate Lab. <http://www.waterbugkey.vcsu.edu/php/mainkey.php>, preuzeto 2.3.2017.
- Vital Signs Program. 2017. Freshwater macroinvertebrates. Gulf of Maine Research Institute. <http://vitalsignsme.org/macroinvertebrates>, preuzeto 2.3.2017.
- WWH. 2017. Diptera (Flies, Mosquitoes, Midges, Gnats) (Insects). The-Crankshaft Publishing. <http://what-when-how.com/insects/diptera-flies-mosquitoes-midges-gnats-insects/>, preuzeto 2.3.2017.
- WWP. 2016. A Guide to Freshwater Invertebrates of Ponds & Streams in Malaysia. Water Watch Penang. <http://waterwatchpenang.org/a-guide-to-freshwater-invertebrate/>, preuzeto 2.3.2017.

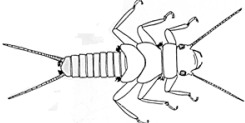
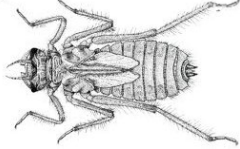
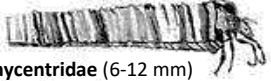
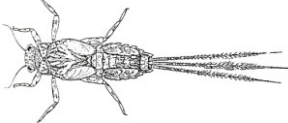
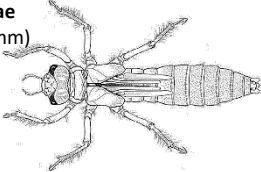
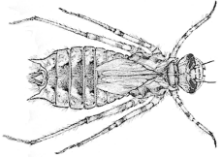
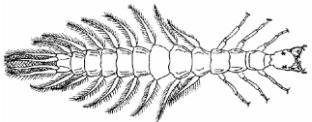
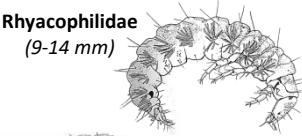
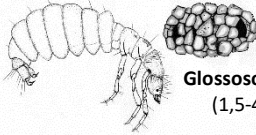
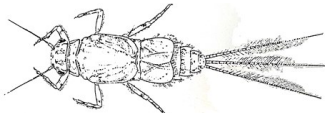
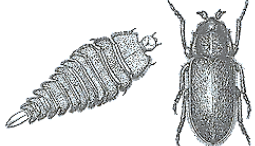


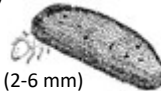
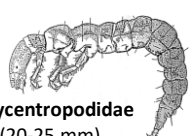
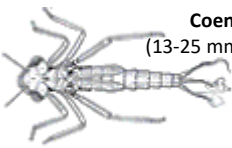
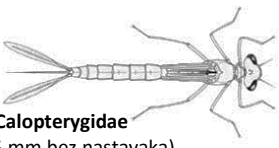
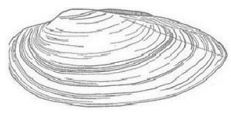
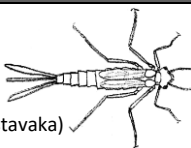
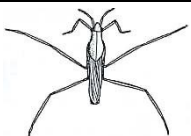
Prilog 3 Pojednostavljen ključ za taksonomsko određivanje slatkovodnih organizama obraštaja (prilagođeno prema: <https://sites.google.com/a/hsd.k12.or.us/water-bears-phyllum-tardigrada/the-life-cycle-of-a-water-bear>; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii>)

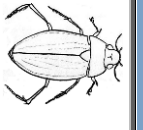
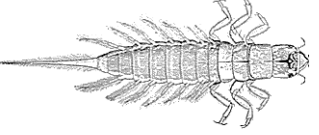
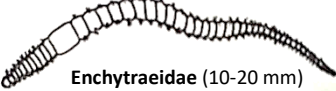
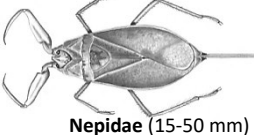
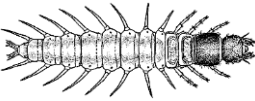


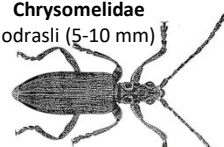
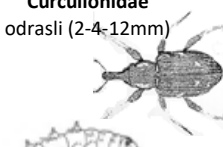
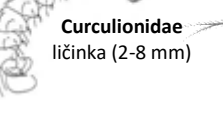
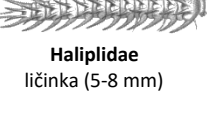
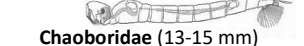
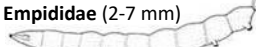
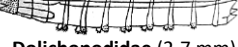
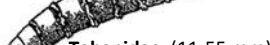
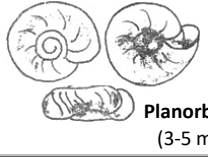
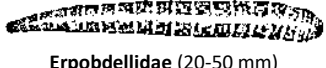
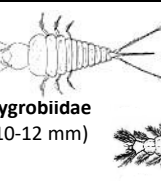
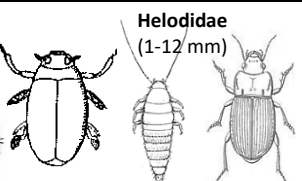
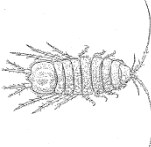
Prilog 4 Slikovni ključ za slatkovodne makrobekraljeznjake uz biotički indeks prema BMWP – ASPT metodi (revidirano slijedom prema Armitage i sur, 1983; Alba-Tercedor i Sanchez-Ortega, 1988; Martin i sur, 2007 uz dopunu podataka prema istraživačkom iskustvu u RH

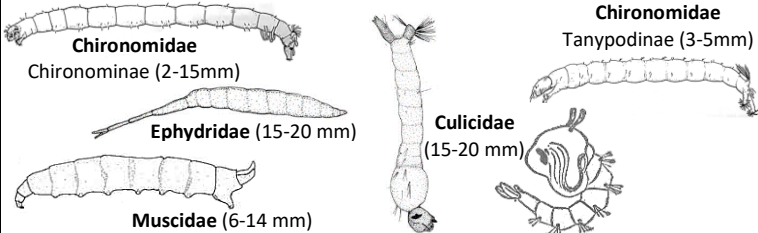
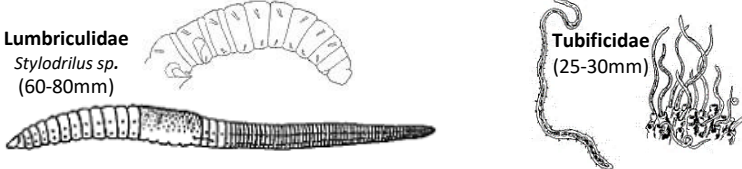
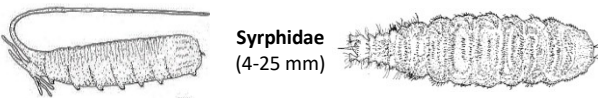
Skupine makrobekraljeznjaka	Porodice makrobekraljeznjaka	Vrijednost
OBALČARI Plecoptera	 Perlidae (8-35 mm bez nastavaka)	13
OBALČARI Plecoptera	 Chloroperlidae (5-10 mm bez nastavaka)	12
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Siphonuridae (15-20 mm bez nastavaka)	11
OBALČARI Plecoptera	 Taeniopterygidae (10-15 mm bez nastavaka)  Perlidae (8-16 mm bez nastavaka)	11
TULARI Trichoptera	 Philopotamidae (8 - 12 mm)  Odontoceridae (10 – 20 mm)	11
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Heptageniidae (5-20 mm bez nastavaka)  Leptohyphidae (3-10 mm bez nastavaka)	10
OBALČARI Plecoptera	 Leuctridae (5-13 mm bez nastavaka)  Capniidae (4-10 mm bez nastavaka)	10
TULARI Trichoptera	 Goeridae (8-12 mm)  Lepidostomatidae (11-13 mm)	10
RAKOVI Crustacea	 Astacidae (60-90 mm)	9
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Leptophlebiidae (4-15 mm bez nastavaka)  Ephemeridae (12-32 mm bez nastavaka)	9

Skupine makrobekralježnjaka	Porodice makrobekralježnjaka	Vrijednost
OBALČARI Plecoptera	 Nemouridae (5-8 mm bez nastavaka)	9
VRETNICA Odonata	 Cordulegastridae (20-50 mm)	9
TULARI Trichoptera	 Brachycentridae (6-12 mm)  Sericostomatidae (6-15 mm)	9
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Ephemerellidae (5-20 mm bez nastavaka)	8
VRETNICA Odonata	 Gomphidae (23-40-65 mm)  Corduliidae (8-28 mm)	8
KORNJAŠI Coleoptera	 Gyrinidae (4-7 mm)	8
TULARI Trichoptera	 Leptoceridae (7-15 mm kućica)  Rhyacophilidae (9-14 mm)  Glossosomatidae (1,5-40 mm)  Philopotamidae (8-12 mm)	8
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Caenidae (2-8 mm bez nastavaka)	7
KORNJAŠI Coleoptera	 Dryopidae (1-8 mm)	7

Skupine makrobekralježnjaka	Porodice makrobekralježnjaka	Vrijednost
TULARI Trichoptera	 Limnephilidae (6-30 mm)  Hydroptilidae (2-6 mm)  Polycentropodidae (20-25 mm)  Psychomyiidae (9-12 mm)  Hydropsychidae (5-25 mm)	7
PUŽEVI Gastropoda	 Viviparidae (2-5 mm)  Ancyliidae (1-3 mm)	6
VRETenCA Odonata	 Coenagrionidae (13-25 mm bez nastavaka)  Calopterygidae (13-25 mm bez nastavaka)	6
KORNJAŠI Coleoptera	 Elmidae (2-6 mm) 	6
DVOKRILCI Diptera	 Tipulidae (10-25-100 mm)  Simuliidae (1-9 mm)	6
ŠKOLJKAŠI Bivalvia	 Unionidae (5-100 mm)	5
PIJAVICE Hirudinea	 Piscicolidae (10-50 mm)	5
RAKOVI Crustacea	 Gammaridae (5-20 mm bez ticala)	5
VODENCVJETOVI Ephemeroptera	 Baetidae (3-12 mm bez nastavaka)	5
VRETenCA Odonata	 Lestidae (20-29 mm bez nastavaka)  Libellulidae (8-28 mm)	5
RAZNOKRILCI Heteroptera	 Gerridae (3-16 mm)	5

Skupine makrobekralježnjaka	Porodice makrobekralježnjaka	Vrijednost
KORNJAŠI Coleoptera	 Dytiscidae (27-35-50 mm)  Hydrophilidae (1-40 mm) 	5
MULJARICE Megaloptera	 Sialidae (10-25 mm)	5
LEPTIRI Lepidoptera	 Pyrilidae (3-35 mm)	5
VIRNJACI Turbellaria	 Planariidae (1-30 mm)	4
ŠKOLJKAŠI Bivalvia	 Sphaeriidae (5-22 mm)	4
MALOČETINAŠI Oligochaeta	 Naididae (2-25 mm)  Enchytraeidae (10-20 mm)	4
PAUČNJACI Arachnida	 Hydracarina (0,1-2-8 mm)	4
VRETenCA Odonata	 Coenagrionidae (13-25 mm bez repnih nastavaka)	4
RAZNOKRILCI Heteroptera	 Pleidae (2-3 mm)  Notonectidae (10-20 mm)  Nepidae (15-50 mm)  Naucoridae (6-15 mm)  Corixidae (10-20 mm)	4
MULJARICE Megaloptera	 Corydalidae (30-65 mm)	4

Skupine makrobekralježnjaka	Porodice makrobekralježnjaka	Vrijednost
KORNJAŠI Coleoptera	Chrysomelidae odrasli (5-10 mm)  Curculionidae odrasli (2-4-12mm)  Halplidae odrasli (2-6 mm)  Chrysomelidae ličinka (9-11 mm)  Curculionidae ličinka (2-8 mm)  Halplidae ličinka (5-8 mm) 	4
DVOKRILCI Diptera	Chironomidae Orthocladinae (2-15mm)  Chironomidae (2-20 mm)  Athericidae (12-18 mm)  Anthomyiidae (5-11 mm)  Dixidae (3-7 mm)  Chaoboridae (13-15 mm)  Ceratopogonidae (2-15mm)  Empididae (2-7 mm)  Dolichopodidae (2-7 mm)  Limoniidae (8-13 mm)  Psychodidae (8-12 mm)  Stratiomyidae (7-30-50 mm)  Tabanidae (11-55 mm) 	4
PUŽEVI Gastropoda	Valvatidae (1-8 mm)  Lymnaeidae (20-45 mm)  Planorbidae (3-5 mm) 	3
PIJAVICE Hirudinea	Glossiphoniidae (20-40 mm)  Erpobdellidae (20-50 mm) 	3
KORNJAŠI Coleoptera	Hygrobiidae (10-12 mm)  Gyrinidae (5-15 mm)  Helodidae (1-12 mm) 	3
PUŽEVI Gastropoda	Physidae (10-12 mm) 	2
RAKOVI Crustacea	Asellidae (5-12 mm) 	2

Skupine makrobekralježnjaka	Porodice makrobekralježnjaka	Vrijednost
DVOKRILCI Diptera	 Chironomidae Chironominae (2-15mm) Ephydriidae (15-20 mm) Muscidae (6-14 mm) Chironomidae Tanypodinae (3-5mm) Culicidae (15-20 mm)	2
MALOČETINAŠI Oligochaeta	 Lumbriculidae <i>Stylodrilus</i> sp. (60-80mm) Tubificidae (25-30mm)	1
DVOKRILCI Diptera	 Syrphidae (4-25 mm)	1
LEPTIRI Lepidoptera	 Crambidae (9-28 mm)	1
PIJAVICE Hirudinea	 Hirudididae (9-28 mm)	0

URBAN STREAMS – ACCESSIBLE HABITATS FOR CONDUCTING ECOLOGICAL RESEARCH WITHIN NATURAL SCIENCE AND BIOLOGY SCHOOL CLASSES

Mirela Sertić Perić, Ines Radanović

Faculty of Science of the University of Zagreb, Department of Biology, Zagreb, Croatia

msertic@biol.pmf.hr

ABSTRACT

By expanding urban zones and increasing the urban population, cities have become the largest source of pollution. Contemporary urban activities increase the quality of life of the city's population, and they change the natural state of the environment. Therefore, urban ecology has emerged in modern biology - one of the newer disciplines crucial for urbanism and urban planning, which enables the assessment of environmental status in cities and the implementation of systematic monitoring for the purpose of preserving and protecting urban ecosystems, including urban watercourses. In this paper we present an example of a research dealing with urban streams, i.e., exploring the scale and possible consequences of urban impacts on ecology of aquatic ecosystems and likely serving as a basis for explaining basic ecological concepts and contents such as the structure of biological communities, nutritional network, oligotrophy. Furthermore, by linking urban ecology topic with the problem of endangered water resources, and using urban streams as model habitats to explore ecological themes (and concepts) in natural science and biology school classes, pupils (besides important ecological concepts) meet the modern ideology of "green growth", "green" cities, sustainable development, environmental protection and regional development. Described study is appropriate for upper secondary school students (Biology 7 and 8) and/or secondary school students (in form of short- and/or long-term ecological survey of urban streams close to school/student environment). It includes the investigation of ecological status of urban streams through monitoring: (i) water quality (physical-chemical properties of water); (ii) the composition of aquatic fauna, which forms the basis of feeding chains in aquatic ecosystems (benthic macroinvertebrates and periphytic organisms); (iii) dynamics of transport (downstream drift) of organisms in urban watercourses; (iv) a biotic index based on observed macroinvertebrates as water contamination information. It is important to note that selected activities can be applied in exploring basic biological indicators of all - not just urban - aquatic ecosystems. In this respect, the methodology described may be adapted and applied for similar research of other types of aquatic habitats (i.e., running waters) available to students. In the implementation of the activities, it is encouraged to use the GLOBE Leaders Manual, available at <http://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, which is already used by more than one hundred Croatian schools involved in the GLOBE network. However, we also propose newer (quantitative) sampling methods for macroinvertebrates and periphytic organisms, as well as simplified taxonomic keys for organisms to be applied in natural science and biology school classes.

Keywords: *urban ecology, macroinvertebrates, drift, Hess sampler, biotic index, taxonomic determination keys*

UTJECAJ UČESTALOSTI PRISTUPANJA E-NASTAVNIM SADRŽAJIMA BIOLOGIJE NA USVOJENOST OBRAZOVNIH ISHODA

Daniela Novoselić¹, Mila Bulić²

¹ALFA d.d., Zagreb, Hrvatska

daniela.novoselic@alfa.hr

²Filozofski fakultet, Split, Hrvatska

SAŽETAK

Cilj rada bio je istražiti učestalost pristupanja nastavnim sadržajima biologije i usvojenost obrazovnih ishoda pomoću Moodle sustava, a kroz njegovu implementaciju u nastavi biologije osmog razreda osnovne škole u sklopu nastavne teme „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“. Istraživanje je provedeno s učenicima koji još nisu imali iskustvo e-učenja, u dobi 14 godina. Temeljem cilja istraživanja postavljena je hipoteza: ako učenici tijekom pet tjedana učenja pristupaju učestalo nastavnim sadržajima iz biologije u sustavu e Moodle, ostvarit će bolji rezultat na pisanoj provjeri znanja. Kako bi se dobio uvid u očekivanja učenika o učinkovitosti prihvaćanja učenja biologije primjenom sustava Moodle provedena su dva upitnika s pitanjima na koja su odgovori bili mogući unutar 5-stupanjske skale Likertovog tipa. Prvi upitnik koji su učenici rješavali prije početka e-učenja imao je za cilj dobiti informaciju o tome što učenici očekuju od e-učenja, kakvu predodžbu imaju o e-učenju, kakva su njihova očekivanja o takvom načinu poučavanja i učenja. Drugi upitnik rješavali su nakon završetka e-učenja, u svrhu provjere učeničkih iskustava o učinkovitosti i zadovoljstvu učenja nastavnih sadržaja pomoću Moodle sustava. E-učenje ispunilo je očekivanja učenika vezana uz jasnoću i zanimljivost teksta e-lekcija i pripadnih pitanja, preglednost glavnog izbornika, zastupljenost slika i filmova. Analiza rezultata učestalosti pristupanja nastavnim sadržajima pokazala je da su učenici koji su češće pristupali nastavnim sadržajima ostvarili bolji rezultat na pisanoj provjeri znanja. Izostalo je aktivno učeničko pristupanje nastavnim sadržajima u sustavu Moodle u razdobljima kada se nije odvijala nastava u učionici informatike.

Ključne riječi: e-učenje, Moodle, očekivanja učenika, nastava biologije, nastavna tema „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“, 8. razred

UVOD

E-učenje najčešće se definira kao skup aplikacija i procesa (Astd, 2001), kao što je učenje temeljeno na Web-u (eng. Web-based learning), učenje temeljeno na računalu (eng. computer-based learning), virtualni razredi (eng. virtual classrooms) i digitalna suradnja (eng. digital collaboration), koji omogućavaju pristup nastavnim sadržajima pomoću različitih elektroničkih medija (CD-ROM, Internet, intranet, extranet, audio i video, satelit itd.). E-učenje u središte stavlja učenika za razliku od tradicionalne nastave u razredu koja u središte stavlja učitelja i njegovu kontrolu nad razredom, nastavnim sadržajem i procesom poučavanja i učenja. Sustavi e-učenja omogućavaju interaktivno učenje vlastitim ritmom, u jednostavnom, fleksibilnom, distribuiranom okruženju za učenje (Khan, 2001).

Današnji aktualni pristup e-učenju vezan je uz pojavu WEB 2.0 (Social Web) i 3D tehnologije, gdje je u fokusu medijsko-didaktičkog interesa oblikovanje digitalnih okolina učenja u kojima će i informalno učenje biti u funkciji postizanja boljeg uspjeha u učenju (Rodek 2010). Nova web tehnologija donosi nove mogućnosti za suradnju, razmjenu, blogove i virtualnu socijalnu mrežu.

Moodle je aplikacija za izradu i održavanje online kolegija putem Interneta. Ovaj sustav za upravljanje učenjem pruža nastavnicima punu računalnu podršku pri organizaciji i izvođenju online nastave: mogu uređivati sadržaje nastavne teme, dodavati nove nastavne sadržaje, ocjenjivati učeničke radove, pregledavati i statistički obraditi podatke o učeničkim postignućima. Učenici mogu sadržaje

pregledavati, rješavati provjere znanja, koristiti alate za komunikaciju i kolaboraciju (zajednički rad). Moodle omogućuje učenicima ostvarivanje participacije, suradnje, komentiranja, socijalne konstrukcije znanja te veliki stupanj autonomije u procesu učenja (Grubišić, 2007).

Nastava iz predmeta biologije i srodnih prirodoslovnih predmeta najčešće se provodi na tri načina: u učionici, u praktikumu/specijaliziranoj učionici te u prirodi (Orion i sur., 1997). U posljednjih desetak godina, unatoč intenzivnom razvoju informatičkih sustava i njihove svekolike prisutnosti u svakodnevnom životu, čini se da se nisu bitno promijenili načini poučavanja nastave prirodoslovnih predmeta, u ovom slučaju biologije (De Corte, 2000). To je začuđujuće budući da je učenicima na svim razinama obrazovanja Internet postao primarni izvor informacija kako za osobne potrebe, tako i za školske potrebe. Rowlands i sur. (2008) u svom radu nazivaju ih „Google generacija učenika“. Primarno današnji učenici Internet koriste gotovo za sve: od zabave, igrica, komunikacije/kolaboracije putem socijalnih mreža, za dijeljenje ili komentiranje nekog sadržaja, do potrage za nekom informacijom, izradom nekog projekta, prezentacije. Upravo stoga se osjeća nužnost implementacije, učenicima tako bliske digitalne tehnologije i Interneta, u nastavu prirodoslovnih predmeta.

Pod pojmom prirodoslovne pismenosti podrazumijeva se sposobnost korištenja prirodoslovnog znanja, prepoznavanje pitanja i izvođenje zaključaka temeljenim na dokazima u cilju razumijevanja i lakšeg donošenja odluka o prirodnom svijetu i promjenama koje u njemu izaziva ljudska aktivnost (Braš – Roth, 2008). Hrvatski Nacionalni okvirni kurikulum (MZOŠ, 2011) definira prirodoslovno područje kao cjelinu koja se temelji na spoznajama slijedećih prirodnih znanosti: biologije, kemije, fizike, geografije i geologije. Temelji biološke prirodoslovne kompetencije počinju se oblikovati u programima predmeta „Priroda i društvo“ u prva četiri razreda osnovne škole, a nastavljaju se u sadržajima predmeta „Priroda“ u petom i šestom razredu te u predmetu „Biologija“ u sedmom i osmom razredu osnovne škole. Školskom je učenju biologije cilj poticati i upotpuniti spoznaje o značajkama, strukturama, funkciji, raznolikosti, rasprostranjenosti, međusobnoj povezanosti i promjenjivosti živog svijeta, razvijati pozitivne stavove prema prirodi te spoznati vlastitu biologiju.

Programska koncepcija po kojoj se uče biološki sadržaji u osnovnoj školi gotovo je u nepromijenjenom obliku od šezdesetih godina prošlog stoljeća (Zavod za školstvo Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske, 1993; Garašić, 2012). Uvođenje HNOS-a 2006. godine (MZOŠ, 2006) sadržajno nije donio promjene u nastavnom programu. Programska koncepcija nastave biologije u hrvatskom školstvu ne prati razvoj biološke znanosti i nije prilagođena stupnju kognitivnog razvoja učenika. Veza između razvoja biologije kao znanosti i škole očituje se nažalost samo u porastu broja termina i činjenica koje učenici moraju usvojiti (Wood, 2009; Dikmenli, 2010). U svojim su istraživanjima brojni autori (Glasser, 1994; Ramsden, 1998; Garašić, 2012) ukazali na trend opadanje učeničkog interesa za učenje prirodoslovlja. Iz svega proizlazi potreba iznalaženja novih strategija poučavanja koje će djelovati na povećanje interesa i motivaciju učenika za usvajanjem obrazovnih ishoda iz prirodoslovnih predmeta. Implementacija e-učenja u nastavni proces samo je jedna od mogućnosti kojima se želi doprinijeti boljem usvajanju koncepata u nastavi biologije.

Nastavni program biologije u osmom razredu obuhvaća biologiju čovjeka. Obrađuju se organski sustavi, a unutar svakog sustava uči se povezanost građe i funkcije, o poremećajima i bolestima te o zaštiti, uz naglasak na zdravstvenom prosvjećivanju i odgoju. Nastavna tema „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“ upoznaje učenike s građom spolnih organa, razmnožavanjem te

odgovornim spolnim ponašanjem. Ova se nastavna tema realizira kroz nastavne jedinice: 1. Građa i uloga spolnih organa; 2. Začće i razvitak djeteta prije rođenja; 3. Od rođenja do smrti; 4. Odgovorno spolno ponašanje.

Rezultati istraživanja (Garašić, 2012) pokazali su slabu učeničku usvojenost obrazovnih ishoda ove nastavne teme. Tako su primjerice učenici pri analizi uspješnosti učenja pokazali slabu usvojenost obrazovnih ishoda o fiziološkim procesima i događajima tijekom menstruacijskog ciklusa kao i slabu riješenost zadataka koji se odnose na građu i ulogu muških i ženskih spolnih organa. U isto to vrijeme pitanja koja su ispitivala interes za tu nastavnu temu ukazali su da su dječaci za spolnost visoko zainteresirani već od petog razreda osnovne škole, dok ih kontrola rađanja i kontracepcija u životnoj dobi osmog razreda ne zanima (Garašić, 2012). Isto je istraživanje pokazalo da djevojčice spolnost počinje zanimati tek u osmom razredu osnovne škole kada im raste i interes za kontrolu rađanja i kontracepciju koji je prisutan još od petog razreda osnovne škole. Dakle učenici pokazuju interes, ali ne i znanje o sadržajima ove teme. Razloge za ovo možemo potražiti u činjenici da pojedini učenici, ali svakako i učitelji biologije osjećaju nelagodu dok pričaju o temama spolnosti te se ova nastavna tema vjerojatno obrađuje na način koji ne pobuđuje interes i ne motivira učenike na usvajanje koncepta. Često su nastavne jedinice u sastavu ove teme obrađene u različitom opsegu ovisno o nastavnikovim kompetencijama i osobnim stavovima, iako su nastavni sadržaji propisani Nastavnim planom i programom (MZOŠ, 2006).

Cilj rada bio je istražiti učestalost pristupanja učenika nastavnim sadržajima biologije i usvajanje obrazovnih ishoda pomoću Moodle sustava, a kroz njegovu implementaciju u nastavi biologije osmog razreda osnovne škole u sklopu nastavne teme „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“. Temeljem cilja istraživanja postavljena je hipoteza: ako učenici tijekom pet tjedana učenja češće pristupaju nastavnim sadržajima biologije u sustavu Moodle ostvarit će bolje rezultate na pisanoj provjeri znanja.

MATERIJALI I METODE

U svrhu istraživanja primijenjen je model eksperimentalnog istraživanja s paralelnim grupama (Cohen, 2007). Kod eksperimenta s paralelnim grupama postoje dvije grupe ispitanika, od kojih je svaka nosilac svog eksperimentalnog faktora: kontrolna grupa poučavala se na tradicionalan način koristeći aktivne metode učenja, a eksperimentalna grupa se poučavala pomoću sustava Moodle.

Kontrolna grupa je nastavu biologije imala utorkom u učionici biologije tijekom blok sata, a eksperimentalna grupa je e-sadržajima iz biologije pristupala istovremeno u učionici informatike, također tijekom blok sata. S njima je u učionici informatike bio učitelj kao tehnička podrška ukoliko im je bila potrebna. Svih pet tjedana istraživanja učenici eksperimentalne grupe nisu imali face to face kontakta sa svojom učiteljicom biologije. S učiteljicom su komunicirali putem sustava Moodle: porukama, forumom, chatom i e-poštom.

Uzorak su činila 48 učenika dva osma razreda jedne gradske osnovne škole. U cilju formiranja kontrolne i eksperimentalne grupe, a unutar svakog razreda, ispitanici su grupirani prema rezultatima provedenog predtesta. Definiranje ekvivalentnih grupa načinjeno je izjednačavanjem u rasponu bodova od ± 1 . U cilju provjere ekvivalentnosti eksperimentalne i kontrolne skupine: izračunala se aritmetička sredina i varijanca.

Tablica 1 Struktura jedinica poučavanja u Moodle-u

Jedinice poučavanja oblikovane u sustavu Moodle
1. Građa i uloga spolnih organa
2. Začeće i razvitak djeteta prije rođenja
3. Životna razdoblja čovjeka: od života do smrti
4. Odgovorno spolno ponašanje
5. Ponavljanje i provjera znanja

Svakoj novoj jedinici poučavanja (tablica 1) učenici eksperimentalne grupe prvi su put pristupili utorkom u učionici informatike, nakon čega su im bile dostupne tijekom cijelog razdoblja istraživanja, bilo u školi bilo od kuće.

Svaka jedinica poučavanja sastojala se od uvodnog dijela u kojem se kroz kratki tekst učenicima dala informacija o cilju nastavnog sata. Zatim su uslijedili moduli koji su odgovarali obrazovnim ishodima za svaku nastavnu jedinicu. Svaki modul sadržavao je tekst koji je bio obogaćen slikovnim prikazima i filmovima. Na kraju svakog modula nalazili su se nizovi zadataka objektivnog tipa u cilju provjere usvojenosti ishoda: zadatci nadopunjavanja, alternativnog izbora, višestrukog izbora te zadatci povezivanja. Učenici su samostalno birali svoju putanju učenja u jedinici poučavanja te su se mogli vraćati modulima i ponovno pristupiti rješavanju zadataka objektivnog tipa sve do željenog rezultata riješenosti.

Peta jedinica poučavanja sastojala se dva dijela. U prvom dijelu učenici su mogli pristupiti svim prethodnim jedinicama poučavanja i modulima te nizovima zadataka. U drugom dijelu su pristupili završnoj provjeri znanja kroz niz zadataka objektivnog tipa. Završnoj provjeri znanja mogli su pristupiti samo jednom.

Instrumenti istraživanja

Istraživanje je provedeno pomoću dva upitnika te testa provjere znanja. Prvi upitnik od 12 čestica zatvorenog tipa (prilog 1) učenici eksperimentalne grupe su rješavali prije početka e-učenja, a imao je za cilj dobiti informaciju o tome što učenici očekuju od e-učenja, kakvu predodžbu imaju o e-učenju, kakva su njihova očekivanja o takvom načinu poučavanja i učenja. Odgovori su bili mogući unutar 5-stupanjske skale Likertovog tipa: 1-vrlo malo, 2-malo, 3-umjereno, 4-mnogo, 5-vrlo mnogo.

Drugi upitnik učenici eksperimentalne grupe rješavali su nakon završetka e-učenja, u svrhu provjere učeničkih iskustava o učinkovitosti i zadovoljstvu učenja nastavnih sadržaja pomoću Moodle sustava (prilog 2). Upitnik se sastojao od 11 čestica zatvorenog tipa na koja su odgovori bili mogući unutar 5-stupanjske skale Likertovog tipa. Posljednja čestica upitnika bila je otvorenog tipa: „Želim u buduću e-lekcijama iz biologije promijeniti ...“ te se od učenika zahtijevalo da sugeriraju, kritiziraju, komentiraju svoje iskustvo učenja sadržaja biologije primjenom sustava Moodle.

Istraživači, kao kreatori nastavnih sadržaja i administratori sustava Moodle, na vrlo jednostavan i pregledan način, uz grafičke prikaze imaju uvid kada je i koliko puta učenik pristupio nekom nastavnom sadržaju. Sustav Moodle bilježi točno vrijeme pristupanja nastavnom sadržaju svakog učenika. Ovi su se podatci u datoteci preuzeli iz sustava Moodle te su se za potrebe istraživanja obradili.

Završna provjera znanja bila je kako po izboru pitanja tako i po broju bodova identična i za eksperimentalnu i za kontrolnu grupu. Završna provjera znanja sastojala se od 21. niza zadataka

objektivnog tipa prve, druge i treće kognitivne razine, a kojima se provjeravalo učenikovo reproduktivno znanje, razumijevanje i primjena te rješavanje problema iz ispitivane nastavne teme. Maksimalno mogući broj bodova iznosio je 27.

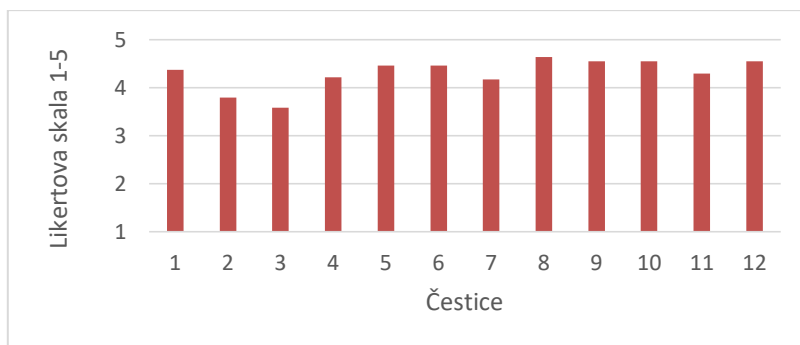
Bili su zastupljeni zadaci nadopunjavanja u kojima je u rečenici nedostajala jedna riječ. Drugu skupinu činili su zadaci alternativnog izbora gdje učenik treba prepoznati je li tvrdnja točna ili ne. Treću skupinu činili su zadaci višestrukog izbora. U četvrtoj skupini nalazili su se zadaci povezivanja ujednačenog tipa. Zadaci su se sastojali od uvodne tvrdnje te skupa podataka koje je trebalo međusobno povezati.

Postupci obrade podataka

Nakon provedenog istraživanja podaci prikupljeni opisanim instrumentima uneseni su u računalni program za statističku obradu SPSS 16 te je izvršen postupak obrade podataka: vrijednost aritmetičke sredine kao mjera centralne tendencije, standardna devijacija za izražavanje odstupanja pojedinog rezultata od aritmetičke sredine, a prosječno kvadratno odstupanje izraženo je kroz varijancu. U cilju utvrđivanja postojanja statističke značajnosti između aritmetičkih sredina čestica upitnika prije i nakon provedenog e-učenja proveden je t-test.

REZULTATI

Radu učenika na sustavu Moodle prethodilo je oblikovanje baza područnog znanja i oblikovanje nastavnih sadržaja prema ADDIE modelu (Dick i Carey 1996) primjenom specijaliziranih autorskih alata sustava Moodle. Rezultati prvog upitnika o očekivanjima učenja biologije pomoću sustava Moodle prikazani su na slici 1.

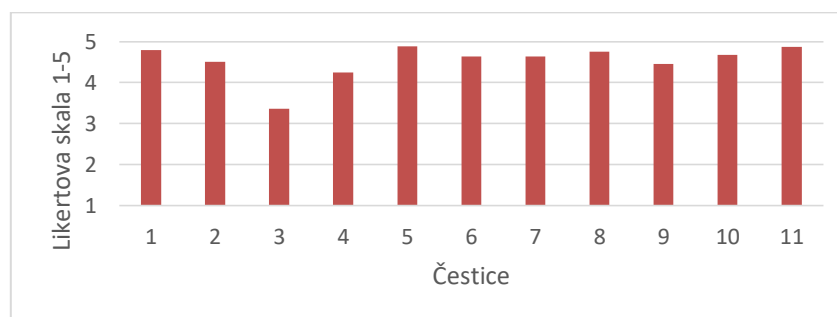


Slika 1 Očekivanja učenika o učenju biologije pomoću sustava Moodle (prilog 1)

Aritmetička sredina prve čestice „Zadovoljan/zadovoljna sam što ću koristiti e-učenje iz biologije“ iznosila je 4.37. Ova se čestica odnosila na propitivanje intrinzične motiviranosti učenika za e-učenjem biologije. Učenici su iskazali zadovoljstvo što će učiti biologiju pomoću sustava Moodle. Čestica broj dva „Očekujem da će mi e-učenje pomoći u savladavanju odabranog gradiva iz biologije“ imala je aritmetičku sredinu 3.79; standardna devijacija iznosila je 0.932. Učenici su imali različita očekivanja o e-učenju. Čestica tri „Napor koji ću morati uložiti u e-učenje iz biologije bit će ..“ imala je najveću standardnu devijaciju i iznosila je 1.100. Budući da se učenici tijekom svog dosadašnjeg školovanja nisu susreli s e-učenjem, nisu mogli pretpostaviti koliki napor odnosno trud će morati uložiti u e-učenje, stoga je i vrijednost standardne devijacije ove čestice veća. Čestice četiri, pet i šest (prilog 1) imale su aritmetičke sredine od 4.21 do 4.46 te ukazuju da su učenici imali velika očekivanja vezana uz zanimljive zadatke, uvid u uspješnost rješivosti zadataka objektivnog tipa, odnosno broj

bodova te zanimljivost tekstova. Čestica sedam odnosila se na glavni izbornik „Glavni izbornik bit će jednostavan za korištenje“ imala je aritmetičku sredinu 4.17, a vrijednost standardne devijacije iznosila je 0.868. Učenici su imali raznolika očekivanja o preglednosti glavnog izbornika, od onih koji su očekivali malu preglednost do onih koji su očekivali vrlo dobru preglednost. Najvišu vrijednost aritmetičke sredine (4,63) i najmanju standardnu devijaciju (0,496) imala je čestica osam: „Slike će biti jasne i zanimljive“. Učenici su imali vrlo visoka očekivanja o slikama koje će biti integralni dio e-lekcija. Također učenici su očekivali da će e-lekcije sadržavati i filmove (čestica devet). Čestice 10. „Dobit ću upute o e-učenju“ i 11. „Upute o načinu korištenja e-lekcija bit će jasne“ dale su uvid u očekivanja učenika vezanim uz upute za e-učenje. Učenici su očekivali jasne i precizne upute koje će im biti dane kako bi mogli slijediti e-lekcije. Posljednja čestica anketnog upitnika propitivala je učenička očekivanja o zanimljivosti e-učenja u odnosu na tradicionalno poučavanje odnosno učenje. Aritmetička sredina ove čestice iznosila je 4.54. Učenici su očekivali da će e-učenje biti zanimljive u odnosu na tradicionalno e-učenje.

Nakon provedenog e-učenja, a u svrhu provjere učeničkih iskustava o učinkovitosti i zadovoljstvu učenja biologije pomoću sustava Moodle, učenici eksperimentalne grupe učenici su rješavali drugi upitnik (prilog 2). Rezultati su izneseni na slici 2.



Slika 2 Ispunjena očekivanjima nakon učenja biologije pomoću sustava Moodle (prilog 2)

Prva čestica „Zadovoljan/zadovoljna sam korištenjem e-učenja iz biologije“ imala je veću aritmetičku sredinu u odnosu na istu česticu u upitniku prije istraživanja i iznosila je 4.79. Također je druga čestica „E-učenje mi je pomoglo u savladavanju gradiva iz biologije“ imala veću aritmetičku sredinu u odnosu na istu u upitniku prije istraživanja i iznosila je 4.50. U cilju utvrđivanja postojanja statističke značajnosti između aritmetičkih sredina čestica jedan i dva upitnika prije i nakon provedenog e-učenja proveden je t-test. Dobivena Sig. vrijednost manja je od 0.05 što ukazuje da postoji značajna statistička razlika između vrijednosti aritmetičkih sredina ovih dviju čestica prije i nakon istraživanja. Učenici eksperimentalne grupe zadovoljni su e-učenjem i smatraju da im je e-učenje pomoglo u savladavanju gradiva iz biologije. Utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti aritmetičkih sredina prije i nakon istraživanja i to čestice broj 5: „Zadovoljan/zadovoljna sam što imam odmah uvid u ostvareni broj bodova iz e-lekcije. Učenici su izrazili veće zadovoljstvo uvidom u ostvarene rezultate od onoga koji su očekivali prije početka e-učenja. Čestice šest („Tekst e-lekcije bio je lagan i zanimljiv“), sedam („Glavni izbornik bio je jednostavan za snalaženje“) i osam („Slike su bile jasne i zanimljive“) upitnika nakon provedenog e-učenja imale su veću vrijednost aritmetičkih sredina u odnosu na iste čestice upitnika prije e-učenja što ukazuje da su ispunjena očekivanja učenika. Filmovi su bili zanimljivi i korisni (čestica 9), a upute o načinu korištenja e-lekcija bile su jasne (čestica 10). Učenici su ocjenom izvrstan ocijenili e-lekcije iz biologije (čestica 11).

Kako bi se dobio uvid u aktivnost pristupanja nastavnim sadržajima učenika na sustavu Moodle, a tijekom petotjednog razdoblja podaci su iz sustava Moodle preneseni u Microsoft Office Excel 2010 i analizirani. Rezultati su prikazani u tablicama 1 do 5. Imena i prezimena učenika, a u cilju očuvanja privatnosti, zamijenjena su rednim brojem.

Tablica 2 Aktivnost učenika u prvom tjednu istraživanja

Učenik	Ponedjeljak/ aktivnost	Utorak/ aktivnost	Srijeda/ aktivnost	Četvrtak/ aktivnost	Petak/ aktivnost	Subota/ aktivnost	Nedjelja/ aktivnost
1		25					
2		74					
3		34					
4		76	23				
5		20	10				
6		86					
7		50	3				
8		62					
9		71					
10		85	23				
11		86					
12		80					
13		66	7				
14		127	3				
15		105	7				
16		77					
17		222					
18		114					
19		91					
20		82	8				
21		137					
22		142	39		3		
23		129	42				
24		118					

Prvi dan (ponedjeljak) prvoga tjedna istraživanja učenicima su podijeljene lozinke za pristup nastavnim sadržajima u sustavu Moodle i bili su instruirani od strane učiteljice o načinu korištenja sustava Moodle. Upravo stoga u tablici 2. prvi dan prvoga tjedna nema prikazane aktivnosti učenika. Nastavnim sadržajima učenici su mogli prvi puta pristupiti tek u utorak kada je učiteljica dozvolila pristup učenicima, iako su sadržaji bili postavljeni ranije. Slijedeći dan, u srijedu, desetak je učenika pristupalo nastavnim sadržajima iz svojih kuća, a od toga je zabilježeno 59 aktivnosti učenika 8.a razreda i znatno više aktivnosti učenika 8.b razreda (106). Učenici su pregledavali sadržaj nastavne lekcije prethodnog dana te sudjelovali u diskusiji na forumu pri čemu su se zahvalili učiteljicama-voditeljima projekta na samom projektu. Nažalost u danima koji slijede, s izuzetkom jednog učenika, učenici se nisu prijavili u sustav Moodle.

U drugom tjednu istraživanja (tablica 3), učenicima je nova e-lekcija bila otvorena za pristup ponovo u utorak. Samo je jedan učenik pristupio sadržajima dan prije e-nastave. U samo četiri minute pregledao je mali dio prethodne lekcije kao i niz zadataka objektivnog tipa koji su se rješavali nakon završene lekcije. Nakon nastave u informatičkoj učionici, u danima do kraja tog tjedna, svega je pet učenika od ukupno 24 i to s vrlo malom aktivnošću posjetilo sustav Moodle s nastavnim sadržajima. U tim je danima samo učenica pod brojem 22 pregledala sadržaje koji su se odnosili na prvu i drugu nastavnu lekciju.

I u trećem tjednu istraživanja novoj e-lekciji su učenici eksperimentalne grupe, radeći u sustavu Moodle u informatičkoj učionici, mogli pristupiti u utorak. Samo je pet učenika pregledao sadržaje dan prije nastave u učionici (tablica 4). Učenik pod brojem 21 pregledao je vrlo temeljito sve do toga dana odrađene lekcije. Taj je učenik na završnoj provjeri znanja ostvario izvrstan rezultat.

Tablica 3 Aktivnost učenika u drugom tjednu istraživanja

Učenik	Ponedjeljak/ aktivnost	Utorak/ aktivnost	Srijeda/ aktivnost	Četvrtak/ aktivnost	Petak/ aktivnost	Subota/ aktivnost	Nedjelja/ aktivnost
1		54					
2		94					
3		43					
4		64					
5	8	57					
6		76	5				
7		96					
8		93					
9		86					
10		81					
11		82					
12		38					
13		147	3				
14		80		22			
15		80					
16		54					
17		105					
18		74					
19		62					
20		106					
21		109		9			
22		57					8
23		79					
24		87					

Tablica 4 Aktivnost učenika u trećem tjednu istraživanja

Učenici	Ponedjeljak/ aktivnost	Utorak/ aktivnost	Srijeda/ aktivnost	Četvrtak/ aktivnost	Petak/ aktivnost	Subota/ aktivnost	Nedjelja/ aktivnost
1		44					
2	2	63					
3		8					
4		60					
5		59					
6		82					
7		72					6
8		77					
9		100					
10		56					
11		38					
12		50					
13	3	60					
14		81					
15	27	65					
16		54					
17		120					
18		64					
19		66					
20		110					
21	77	90					
22		132					
23	40	81	10	7			
24		61					

U četvrtom tjednu samo su tri učenika pristupila sadržajima na sustavu Moodle dan prije e-nastave (tablica 5). U danima nakon nastave, svega je pet učenika od ukupno 24 i to s vrlo malom aktivnošću posjetilo sustav Moodle s nastavnim sadržajima. U tom je tjednu u nedjelju nastavnim sadržajima pristupilo šest učenika. Imali su znatno veću aktivnost i broj pregledanih nastavnih sadržaja.

Tablica 5 Aktivnost učenika u četvrtom tjednu istraživanja

Učenik	Ponedjeljak/ aktivnost	Utorak/ aktivnost	Srijeda/ aktivnost	Četvrtak/ aktivnost	Petak/ aktivnost	Subota/ aktivnost	Nedjelja/ aktivnost
1		13					104
2		64					
3		73					
4		54					
5		63					
6		78					
7		90					
8		68		30			107
9		105					174
10		102					
11		80				1	146
12		116					
13		68					57
14		63					108
15	6	65					
16		53			8	32	
17		94					
18		99					
19	10	63					
20		75				17	
21	2	98					
22		80					
23		92		39	9		
24		83					

U posljednjem tjednu istraživanja (tablica 6), učenici su imali nastavu u informatičkoj učionici ponovno u utorak, kada su jedan školski sat proveli pregledavajući nastavne sadržaje u sustavu Moodle, a drugi školski sat imali su provjeru znanja koja je također bila postavljena u sustavu Moodle.

Tablica 6 Aktivnost učenika u petom tjednu istraživanja

Učenici	Ponedjeljak/ aktivnost	Utorak/ aktivnost	Srijeda/ aktivnost	Četvrtak/ aktivnost	Petak/ aktivnost	Subota/ aktivnost	Nedjelja/ aktivnost
1	181	7					
2	123	10					
3		11					
4		9					
5		18					
6		103					
7	19	31					
8	102	33					
9	41	29					
10		10					
11	147	143		3			
12	81	44					
13		10					
14	142	17					
15	24	28					
16		96					
17	29	54				3	
18	27	57				1	
19	67	14					
20	9	33					

21	180	9					2
22		30					
23	41	45				1	
24	35	53					

Zabilježena je značajna aktivnost učenika u ponedjeljak, dan prije provjere znanja. No, bilo je učenika koji nisu niti toga dana pristupili sustavu (tablica 5). Učenik 3 iako nije pristupio sustavu niti je bio aktivan tijekom cijelog istraživanja, na završnoj provjeri ostvario je vrlo dobar rezultat i riješio je 89,6% zadataka. Učenik 4 tijekom cijelog istraživanja rijetko je pristupao sustavu, ali je riješio više od 90% zadatka. Učenik 5 tijekom cijelog istraživanja postizao je slabe rezultate, izvan učionice gotovo da i nije pristupao sadržajima te je u konačnici ostvario jedva prolazan rezultat. Učenici 6, 16 i 22 također nisu pristupali sadržajima na Moodle-u, osim u razdoblju održavanja e-nastave, ali su ostvarili vrlo dobar rezultat na završnom testu.

Tijekom istraživanja, a nakon uočene slabije aktivnosti učenika i njihovog pristupanja sustavu, istraživači su prije nastavnog sata četvrtog tjedna u sustav Moodle na forum postavili problemski zadatak. Zabilježeno je za učenike 8a ukupno 3 zapisa za pregled foruma „Dokažite tvrdnju“; za učenike 8b zabilježeno je ukupno 39 zapisa za pregled tog foruma i tri su učenika ponudila odgovor. Iako su nastavnici na forumu poticali učenike na promišljanje o problemskom zadatku, povratna reakcija je izostala. Do kraja istraživanja niti jedan učenik nije ponudio točno rješenje problemskog zadataka. Nije utvrđena statistički značajna razlika u aritmetičkim sredinama rezultata završne pismene provjere znanja eksperimentalne i kontrolne grupe. Pojedini učenici eksperimentalne grupe postigli su izvrstan rezultat na pisanoj provjeri znanja iako nisu nakon obrade nastavnih sadržaja pristupali ponovo tim e-sadržajima, što može upućivati kako su u procesu učenja koristili druge izvore znanja osim e-sadržaja postavljenih na Moodle platformu. Učenici koji su učestalo pristupali nastavnim sadržajima postavljenim na Moodle sustavu postigli su vrlo dobar i izvrstan rezultat na pisanoj provjeri znanja što govori u prilog hipotezi ako učenici pristupaju učestalo nastavnim sadržajima iz biologije u sustavu e Moodle, ostvarit će bolji rezultat na pisanoj provjeri znanja.

RASPRAVA

Provodeći istraživanja učeničkog interesa za školski predmet biologiju, Hidi i Andersen (1992) utvrdili su da se radi o kombinaciji individualnih interesa za područje biologije, kratkoročnih interesa za pojedine teme, što je posljedica zanimljivosti poučavanja u smislu interesa pobuđenog situacijom te socijalnog ozračja na satovima biologije. Nastavna tema „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“ upoznaje učenike s građom spolnih organa, razmnožavanjem te odgovornim spolnim ponašanjem. Rezultati istraživanja (Garašić 2012) ukazali su da učenici te dobi pokazuju veliki interes za ove sadržaje. Isto je u svojim istraživanjima utvrdio i Reiss (2000). Simon (2000), Hoffman, (2002) i Osborne I SUR. (2003) ističu kako se interes učenika u području prirodoslovlja može potaknuti na različite načine, odnosno da različiti aspekti nastave mogu učenika privući: konkretno gradivo te metode poučavanja i korištenje informacijsko-komunikacijske tehnologije. Stoga je za ovo istraživanje upravo odabrana nastavna tema „Sastav tijela, razmnožavanje i razvitak“ za čije poučavanje se koristio sustav Moodle.

Jedna od najvažnijih komponenti koja djeluje na ishode učenja je motivacija. Motivacija se u kontekstu socijalno-kognitivne teorije definira kao stanje u kojem smo iznutra pobuđeni na određeno ponašanje usmjereno prema postizanju nekog cilja (Rheinberg, 2004). Motivirani učenici uspješno

savladavaju nastavne sadržaje jer primjenjuju određena ponašanja: uče, aktivni su tijekom nastavnog sata, postavljaju pitanja, izvode pokuse, uključuju se u projekte. Sanfeliz i Stalzer (2003) u svom radu iznose kako je najvažnija odrednica učiteljske zadaće s učenicima upravo u poticanju motivacije za učenje. Motivirani učenici uživaju učeći prirodoslovlje, vjeruju u svoje sposobnosti i odgovorno se odnose prema učenju. Učenici eksperimentalne grupe u prvoj čestici upitnika iskazali su veće zadovoljstvo od očekivanog korištenjem sustava Moodle u učenju biologije, a što potvrđuju vrijednosti aritmetičkih sredina kao i vrijednost t-testa. Možemo zaključiti da su učenici bili intrinzično motivirani za usvajanjem sadržaja iz biologije pomoću sustava Moodle. Intrinzična motivacija odgovor je na unutarnju učenikovu potrebu za učenjem, a proizlazi iz radoznalosti, potrebe za znanjem biologije, osjećaja kompetencije; procjena vlastite uspješnosti proizlazi iz učeničkog uvjerenja da ima utjecaj na svoj uspjeh u učenju te je svojim postupcima u stanju ostvariti željeni cilj (Pajares i Schunk, 2001; Pintrich, 2003). U prvom tjednu istraživanja učenici su nastavnim sadržajima pristupili u utorak. Deset intrinzično motiviranih učenika pristupilo je nastavnim sadržajima od kuće i dan nakon što su nastavu imali u informatičkoj učionici. Jedan od razloga slabe aktivnosti učenika tijekom cijelog razdoblja istraživanja možemo potražiti i u nezadovoljstvu koje su učenici iskazali s obzirom na činjenicu da su bili registrirani u sustav punim imenom i prezimenom, a ne nadimkom, koji često koriste pri kreiranju svojih profila na društvenim mrežama kao i informacijom s kojom su ih učitelji/istraživači upoznali: da kao administratori sustava imaju uvid u sve njihove aktivnosti u sustavu Moodle.

Jedna od prednosti rada u sustavu Moodle svakako je istovremena povratna informacija učenika o rezultatima njegova rada, a što utječe na ekstrinzičnu motivaciju učenika. Naime ekstrinzična motivacija učenika svoj izvor ima izvan učenika, primjerice dobar rezultat na testu, ocjene, učiteljičina pohvala, diploma, medalja i druge nagrade (Vizek-Vidović i sur., 2003; Rheinberg, 2004). Ponašanje se označava ekstrinzično motiviranim ako pokretač ponašanja leži izvan same radnje ili šire formulirano: ako se osobom upravlja izvana Ekstrinzična motivacija povezuje uspješno izvođenje zadataka s posljedicama do kojih je učenicima stalo. Temelji se na potkrepljenjima, povratnim informacijama, nagradama. Posljedica koju učenici najviše žele su dobre ocjene. Za školsko okruženje posebno značenje ima motiv za postignućem: učenici imaju očekivanja vezana uz uspješnost te percepciju vrijednosti cilja. Ovo potvrđuju Atkinson i sur. (1978) prema kojima su ključni pokretači ljudskog ponašanja potreba za postignućem, druženjem, samostalnošću i dr. Atkinson smatra da se motiv za postignućem odnosi na želju da zadatak obavimo što bolje možemo. Učenici su u upitnicima izrazili zadovoljstvo uvidom u ostvarene rezultate koje im omogućuje sustav Moodle. Takvo zapažanje u skladu je s rezultatima istraživanja Vizek-Vidović i sur. (2003) i Rheinberg (2004) koja ukazuju da je davanje povratne informacije (uvid u ostvareni broj bodova) izuzetno važno za učenike jer djeluje pozitivno na motivaciju za postignućem. Važnost brzog uvida u povratnu informaciju naglašavaju i Eccles i Wiegfeld (1985) te ističu da je glavni činitelj motiva za postignućem očekivanja uspjeha povezan s procjenom vlastitih sposobnosti i vrijednosti zadatka, u ovom slučaju e-učenja.

Učenici se na različite načine pripremaju za zadatke koji ih očekuju u školi, bilo da se radi o usustavljivanju ili provjeravanju znanja: koriste udžbenike, zabilježke u svojim bilježnicama, vježbaju odgovarati na pitanja. Svi ti načini imaju za cilj povećati uspjeh na provjeri znanja. Istraživanja koje su proveli Semb, Hopkins i HursH (1973) te Bostow i O'Connor (1973) ukazala su da učenici postižu bolje rezultate ako za usustavljivanje znanja i vježbu, a prije pisane provjere znanja, koriste pripremljeni

materijali ili testove s pitanjima koja se odnose na nastavne sadržaje čija će se usvojenost provjeravati pisanom provjerom. Nastavni sadržaji koji su bili kreirani u sustavu Moodle omogućavali su učenicima pristup u bilo kojem trenutku tijekom razdoblja istraživanja. Pojačana aktivnost učenika odnosno pregledavanje nastavnih sadržaja u sustavu Moodle zabilježena je u prvom danu posljednjeg tjedna istraživanja (ponedjeljak). Učenici su se pripremali za provjeru znanja koja im je bila najavljena za utorak u informatičkoj učionici, a s ciljem povećanja uspjeha. Priprema učenika za provjere znanja može biti redovita ili će biti odgođena dan prije najavljene provjere. Takav model ponašanja odgode učenja nazvan prokrastinacija opisuju i Born i Davis (1974), Michael (1991) i Poppen (1982). Nastavna je praksa da se datum provedbe provjere znanja najavljuje učenicima dovoljno unaprijed. To je bio slučaj i tijekom provedenog istraživanja.

Iako postoje iznimke (Morris, Surber i Bijou 1978) rezultati provjere znanja onih učenika koji se ponašaju prema modelu prokrastinacije, značajno su slabiji od onih učenika koji se pripremaju redovito (Ariely i Wertenbroch 2002; Lloyd i Knutzen 1969; Mawhinney, Bostow, Laws, Blumenfeld i Hopkins 1971). U završnoj provjeri znanja učenici označeni brojem 8, 9, 11, 13 i 14, a koji su pristupili sustavu Moodle i započeli s ponavljanjem, ostvarili su najviše rezultate u završnoj provjeri znanja stoga se može pretpostaviti da im je pristupanje sadržajima i njihovo ponavljanje pomoglo u postizanju boljih rezultata na zadacima za provjeru znanja. Rezultati istraživanja Lamwers i Jazwinski (1989) ukazali su da kada se učenicima ponude češći rokovi provjere znanja, smanjuje se prokrastinacija te se povećava uspjeh provjere znanja, nego kada učenici sami organiziraju dinamiku pripreme učenja za provjeru znanja. Iako su učenicima eksperimentalne grupe bile ponuđene i dostupne provjere znanja u sustavu Moodle tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja, nisu im pristupali često te možemo zaključiti da prokrastinacija nije smanjena. Za one učenike koji su izvan informatičke učionice rijetko ili nikada pristupali nastavnim sadržajima u sustavu Moodle, a ostvarili visoki postotak rješenosti provjere znanja, može se pretpostaviti da su nastavne sadržaje usvajali i u učenju koristili propisani tiskani udžbenik i radnu bilježnicu.

Iako je odabrana nastavna tema koja pobuđuje interes učenika (Garašić 2012), jer se svojim sadržajima odnosi na same ispitanike, a učenici su iskazali zadovoljstvo rada na nastavnim sadržajima u sustavu Moodle, rijetko su samostalno pristupali nastavnim sadržajima. Možda razloge tomu treba potražiti u koncepciji e-jedinica poučavanja koje nisu učenike stavile u centar nastavnog procesa. Kroz kreirane sadržaje u sustavu Moodle učenici nisu imali prilika samostalno osmišljavati sadržaje i zadatke. Učenici su slijedili zadani sadržaj i rješavali zadatke što odgovara dominantnom pristupu obrazovanja koji je usmjeren na transmisiju znanja i orijentaciju na sadržaj. U zadnjih pedesetak godina dogodile su se dramatične promjene u konceptualizaciji znanosti, ali i konceptualizaciji učenja i metodike poučavanja znanosti (Grandy i Duschl, 2007). Kao posljedica tih promjena, u svim obrazovnim sustavima izrazito jača interes za istraživačkim učenjem kao obrazovnim pristupom koji stavlja učenike u poziciju provođenja „pravih“ istraživanja kakva prakticiraju znanstvenici kad stvaraju novo znanje (Kuhn, 2005). Vrijednost takvog pristupa očituje se i u tome što sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima potiče prirodnu znatiželju, promovira znanstvenu aktivnost kao intelektualnu vrijednost i potkrepljuju gledanje na svijet i prirodne i društvene pojave kao na fenomene koji se mogu zahvatiti na istraživački način (Keselman i Kuhn, 2002).

Istraživačko učenje u računalnom okruženju za učenike je motivirajuće, izazovno i poticajno, te upućuje na potrebu šire uporabe računalne tehnologije u procesu školskog učenja i poučavanja u području znanosti. Korištenje računalne tehnologije je posebice važno jer pomaže uspostavi kvalitetnog istraživačkog učenja. Ono uvodi učenike u aktivnosti koje oponašaju metode znanstvenog istraživanja, pruža im mogućnost sudjelovanja u aktivnostima koje su inače izvan dosega i osigurava stjecanje znanja o području uz istovremeno razvijanje istraživačkih vještina i učenje o prirodi i procesima znanosti. Stoga bi u budućim istraživanjima učenja biologije pomoću sustava Moodle trebalo koncipirati sadržaje i module na način da od učenika zahtijevaju istraživačko učenje.

ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno u razdoblju od pet tjedana s učenicima dva osma razreda jedne gradske osnovne škole. Svako je razredno odjeljenje podijeljeno temeljem rezultata inicijalnog testa te statistički ujednačeno; dok je eksperimentalna grupa radila u informatičkoj učionici s jednim nastavnikom, u isto je vrijeme kontrolna grupa radila nastavu na tradicionalni način s drugim nastavnikom. Učenici eksperimentalne grupe iskazali su veliko zadovoljstvo sudjelovanjem u e-učenju, kako prije samog početka tako i na njegovom kraju, a što potvrđuju rezultati provedenih anketnih upitnika. Učenici koji su češće pristupali nastavnom sadržaju, ostvarili su bolji rezultat na ispitu znanja. Unatoč iskazanom interesu i zadovoljstvu, izostao je, od strane istraživača očekivan, veći interes odnosno češće pristupanje sustavu Moodle-a i nastavnim sadržajima. Dinamika pristupanja sustavu odgovarala je modelu koji opisuju i nastavnici tijekom tradicionalne nastave: učenje nastavnih sadržaja dan do dva prije najavljene provjere znanja.

METODIČKI ZNAČAJ

Kreirani sadržaji u sustavu Moodle nisu učenike stavili u centar nastavnog procesa te nisu imali prilika samostalno osmišljavati sadržaje i zadatke, već su slijedili sadržaj i rješavali zadatke koji su slijedili tradicionalne oblike poučavanja s manjom razinom interaktivnosti, što se treba nastojati unaprijediti pri izradi nastavnih sadržaja za e-učenje u budućnosti.

LITERATURA

- Ariely, D., & Wertenbroch, K. 2002. Procrastination, deadlines, and performance. Self-control by precommitment. *Psychological Science*, 13, 219–224.
- Atkinson, J.W., Raynor, J.O. 1978. *Motivation and achievement*. New York, Wiley.
- ASTD 2001. *A Vision of E-learning for America's Workforce*. Report of the Commission on Technology and Adult Learning, <http://www.astd.org>
- Born, D. G., & Davis, M. L. 1974. Amount and distribution of study in a personalized instruction course and in a lecture course. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 7, 365–375.
- Bostow, D. E., & O'Connor, R. J. 1973. A comparison of two college classroom testing procedures: Required remediation versus no remediation. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 599–607.
- Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. 2008. PISA 2006, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. 2007. *Metode istraživanja u obrazovanju*. Naklada Slap, Jastrebarsko.
- De Corte, E. 2000. Marrying theory building and improvement of school practice: A permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10, 249–266.
- Dick, W., Carey, L. 1996. *The Systematic Design of Instruction* (4th Ed.). New York: Harper Collins College Publishers.
- Dikmenli, M. 2010. Misconception of cell division held by student teacher in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and essay*, 5, 2, 235–247.
- Eccles, J., Wigfield, A. 1985. *Teacher expectations and student motivation*. U: Vidović, V. V., Rijavec, M., Štetić-Vlahović, V., Miljković, D. 2003. *Psihologija obrazovanja*. Zagreb: IEP-VERN.
- Garašić, D. 2012. *Primjerenost biološkog obrazovanja u vertikali osnovnog i gimnazijskog školovanja*. Doktorska disertacija. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, 389 str.
- Glasser, W. 1994. *Kvalitetna škola*. Educa. Zagreb.

- Grandy, R. i Duschl, R.A. 2007. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science & Education*, 16, 141-166.
- Grubišić, A. 2007. Vrednovanje učinka inteligentnih sustava e-učenja. Magistarski rad. Split: Prirodoslovno-matematički fakultet, 195 str.
- Hoffman, L. 2002. Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, 12, 447-465.
- Keselman, A. i Kuhn, D. 2002. *Facilitating Self-Directed Experimentation in the Computer Environment*. Preuzeto s: <http://citeseer.ist.psu.edu/509879.html>
- Khan, B. H. 2001. A framework for Web-based learning. In: Khan, B.H.(ur): Web-based training. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications
- Kuhn, D. 2005. *Education for Thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lamwers, L. L., & Jazwinski, C. H. 1989. A comparison of three strategies to reduce student procrastination in PSI. *Teaching of Psychology*, 16, 8-12,
- Lloyd, K. E., & Knutzen, N. J. 1969. A self-paced undergraduate course in the experimental analysis of behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 2,125-133.
- Mawhinney, V. T., Bostow, D. E., Laws, D. R., Blumenfeld, G. J., & Hopkins, B. L. 1971. Acomparision of students studying-behavior producedby daily, weekly, and three-week testing schedules. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 4,257-264.
- Michael, J. 1991. A behavioral perspective on college teaching. *The Behavior Analyst*, 14, 229-239.
- Morris E.K, Surber C.F, Bijou S.W. 1978. Self- versus instructor-pacing: Achievement, evaluations, and retention. *Journal of Educational Psychology*.70, 224-230.
- MZOŠ 2006. Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta. Zagreb.
- MZOŠ 2011. Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb.
- Orion, N., Hofstein, A., Tamir, P., Giddings, G. J. 1997. Development and validation of an instrument for assessing the learning environment of outdoor science activities. *Science Education*, 81(2), 161-171.
- Osborne, J., Simon, S., Collins, S. 2003. Attitude towards science: a review of the literature and its implica-tions. *International JournalofScienceEducation*, 25, 9, 1049-1079.
- Pajares, F., Schunk, D. H. 2001. Self-neliefes and school succes: Self-efficacy, self-concept and school achivment. In r. Riding & s. Rayner (Eds.). London: Ablex Publishing.
- Pintrich, P. R. 2003. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching context. *Journal of Education Psychology*, 95, 667-686.
- Poppen, R. 1982. The fixed-interval scallop in human affairs. *The Behavior Analyst*, 5, 127-136.
- Ramsden, M. J. 1998. Mission imposible?: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20, 2, 125-137.
- Reiss, M. J. 2000. *Understanding Science Lessons. Five years of science teaching*. Buckingham: Open University Press.
- Rheinberg, F. 2004. *Motivacija*. Zagreb: Naklada Slap.
- Rodek, S. 2010. Novi mediji i nova kultura učenja. *Napredak*, 151, 1, 9-28.
- Rowlands, I. 2008. The Google generation: the information behaviour of the researcher in the future. *Aslib Proceedings*, 60, 4, 290-310.
- Sanfeliz, M., Stalzer, M. 2003. Science motivation in the multicultural classroom. *The Science Teacher*, 70, 39, 64-66.
- Semb, G., Hopkins, B. L., & Hursh, D. E. 1973. The effects of study questions and grades on student test performance in a college course. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 631-642.
- Simon, S. 2000. Students attitudes towards science. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say*. Buckingham: Open University Press, 104-119.
- Vidović, V. V., Rijavec, M., Štetić-Vlahović, V., Miljković, D. 2003. *Psihologija obrazovanja*. Zagreb: IEP-VERN.
- Wood, W.B. 2009. Revising the AP biology curriculum. *Science* 325:1627-1628.
- Zavod za školstvo Ministarstva kulture i prosvjete republike Hrvatske. (1993). *Okvirni nastavni plan i program za osnovne škole u Republici Hrvatskoj u 1993/94. školskoj godini*. Zagreb.

Prilog 1 Anketni upitnik o očekivanju e-učenja iz biologije (samo za učenike eksperimentalne skupine, prije početka istraživanja)

Datum _____					
Razred: _____		Spol: M – Ž		Zadnja zaključena ocjena iz biologije: 1 2 3 4 5	
Slijedećih nekoliko lekcija iz biologije učit ćeš on-line na računalu (e-učenje). Kako bismo mi učitelji bolje razumjeli što kao učenik očekuješ od takvog načina učenja molimo odgovori na slijedeća pitanja. Između ponuđenih odgovora odaberi jedan i obilježi ga znakom x.					
Pitanja/skala	1 vrlo malo	2 malo	3 umjereno	4 mnogo	5 vrlo mnogo
1. Zadovoljan/zadovoljna sam što ću koristiti e-učenja iz biologije					
2. Očekujem da će mi e-učenje pomoći u savladavanju odabranog gradiva iz biologije.					
3. Napor koji ću morati uložiti u e-učenje iz biologije bit će ...					
4. Zadaci za provjeru znanja on-line će biti razumljivi.					
5. Zadovoljan/zadovoljna sam što ću odmah imati uvid u ostvareni broj bodova iz e-lekcije.					
6. Tekst e-lekcija bit će jasan, razumljiv i zanimljiv.					
7. Glavni izbornik bit će jednostavan za snalaženje.					
8. Slike će bile jasne i zanimljive.					
9. e-lekcije imat će filmove.					
10. Dobit ću upute o e-učenju.					
11. Upute o načinu korištenja e-lekcija bit će jasne.					
12. Očekujem da je zanimljivije e-učenje biologije nego učenje biologije iz udžbenika.					
Zamišljam e-lekcijama iz biologije kao:					

Prilog 2 Anketni upitnik o e-učenju iz biologije (samo za učenike eksperimentalne skupine, nakon provedenog istraživanja)

Datum: _____					
Razred: 8.a 8.b		Spol: M – Ž		Zadnja zaključena ocjena iz biologije: 1 2 3 4 5	
Kako bismo mi učitelji bolje razumjeli zadovoljstvo učenika e-učenjem biologije molimo odgovori na slijedeća pitanja. Između ponuđenih odgovora odaberi jedan i obilježi ga znakom x.					
Pitanja/skala	1 vrlo malo	2 malo	3 umjereno	4 mnogo	5 vrlo mnogo
1. Zadovoljan/zadovoljna sam korištenjem e-učenja iz biologije					
2. e-učenje mi je pomoglo u savladavanju odabranog gradiva iz biologije					
3. Napor koji sam uložio/uložila u e-učenje iz biologije.					
4. Zadaci za provjeru znanja on-line su raznoliki.					
5. Zadovoljan/zadovoljna sam što imam odmah uvid u ostvareni broj bodova iz e-lekcije.					
6. Tekst e-lekcija bio je jasan i razumljiv.					
7. Glavni izbornik bio je jednostavan za snalaženje.					
8. Slike su bile jasne i zanimljive.					
9. Filmovi su bili zanimljivi i korisni.					
10. Upute o načinu korištenja e-lekcija bile su jasne.					
11. Ocjenio bih e-lekcije iz biologije s ocjenom					
Želim u budućim e-lekcijama iz biologije promijeniti:					

EFFECT OF THE FREQUENCY OF ACCESS TO E-CONTENT OF BIOLOGY ON THE EDUCATIONAL OUTCOMES

Daniela Novoselić¹, Mila Bulić²

¹ALFA d.d., Zagreb, Croatia

daniela.novoselic@alfa.hr

² University of Split, Faculty of Philosophy, Split, Croatia

ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the frequency of access of teaching contents of biology and the students' educational outcomes using the Moodle system, through its integration in eight grade biology lessons in "The human body, reproduction and development". The study was conducted among 14th year old students who have not had any experience in e- learning in two eighth grades in one elementary school. The following hypothesis was set: if throughout the period of a five-week study of biology students frequently access the teaching contents of biology in the Moodle system, their educational outcomes will be greater. The study was conducted using questionnaires with questions to which answers were possible within 5-point Likert scales. The first questionnaire was given before the learning process and aimed to obtain information about what the students know and how they feel about e-learning, as well as what their expectations were of this learning method. The second questionnaire was given at the end of the e-learning process in order to record the students' experiences on the efficiency of using Moodle as a learning tool as well as their overall satisfaction of learning instructional content using the Moodle system. E-learning had fulfilled the students' expectations regarding the clarity and appeal of the lessons themselves as well as any pertaining issues, such as clarity of the main menu and the integration of images and movies. The analysis of the frequency of access to teaching content showed that students who have accessed the educational content more often achieved better results in the final written exam. The students did not actively access the teaching contents of biology using the Moodle system in periods when there was no teaching in the IT classroom.

Keywords: *e -learning, Moodle, students' expectations, educational outcomes, eight grade biology lessons in "The human body, reproduction and development"*

UTJECAJ NASTAVNE STRATEGIJE UČENJE OTKRIVANJEM NA MOTIVACIJU UČENIKA U NASTAVI BIOLOGIJE

Ivanka Podrug

Osnovna škola Mertojak, Split
podrug.ivanka@yahoo.com

SAŽETAK

Kako bi osposobili učenike za život i cjeloživotno učenje potrebno je u njima probuditi želju i motivaciju za stjecanjem znanja. Učenike se može motivirati raznim motivacijskim tehnikama, aktivnim oblicima i metodama rada. Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj nastavne strategije učenje otkrivanjem na motivaciju učenika u nastavi biologije. U istraživanju je sudjelovalo 20 učenika osmog razreda osnovne škole u Solinu. Motivacija učenika u nastavi biologije je ispitana primjenom anketnog upitnika prije i poslije intervencije. Rezultati pokazuju pozitivan utjecaj nastavne strategije na motivaciju i aktivnost učenika. Učenici su bili aktivniji u nastavi najviše zbog načina na koji su učili, sudjelovanja u grupnom radu te izvođenja praktičnih radova. Znanje koje su stekli učenjem otkrivanjem 13 od 20 učenika ocjenjuje kao odlično. Iako ovakav oblik rada zahtjeva više vremena nastavnika za planiranje i provedbu, zbog navedenih vrijednosti treba ga što češće primjenjivati u nastavi.

Ključne riječi: *učenje otkrivanjem, motivacija, aktivnost učenika*

UVOD

Cilj nastave ne bi trebao biti samo suhoparno usvajanje činjenica, podataka i definicija, već osposobiti učenika za cjeloživotno učenje. Učenike treba naučiti kako da samostalno promatraju, rješavaju probleme, otkrivaju, zaključuju i primjenjuju stečeno znanje u svakodnevnom životu te. Također, jako je važno da prepoznaju vrijednost usvojenog znanja jer učenike ne treba učiti samo da znaju i razumiju, već da budu (Jeremić, 2012). Kako bi ostvarili taj cilj u nastavi, učenike je prvo potrebno motivirati za učenje (Boras, 2009). Motivacija "obuhvaća sve što (izvana ili iznutra) potiče na učenje, usmjerava ga, određuje mu intezitet, trajanje i kakvoću." (Marentič Požarnik, 2000). "Kada je učenik motiviran, spreman je primiti podatke ili informacije koje će, kada se povežu s drugim relevantnim asocijacijama, stvoriti značenje i oblikovati ono što se zove učenje" (Jensen, 2003, str. 192).

Motivacija učenika ne ovisi samo o vrsti nastavnog sadržaja, već i o postupcima učenja koji se primjenjuju u nastavi (Boras, 2009; Strmčnik, 2001). Učenici će radije učiti kroz aktivnosti u kojima uživaju i koje im stvaraju zadovoljstvo" (Strmčnik, 2001; Vizek Vidović i sur., 2014). Također, aktivni oblici rada omogućuju učenicima da sami izvrše pojedine zadatke. Na taj način izgrađuje im se samopouzdanje koje pozitivno utječe na motivaciju (Pajares, 2003). Kako bi kod učenika probudili zantiželj i interes za predmet, nastavnici bi se u svom svakodnevnom radu trebali služiti raznim motivacijskim tehnikama, aktivnim nastavnim oblicima i metodama rada koje će učenike poticati na daljnje učenje. Motivacija kod učenika se povećava i primjenom različitih nastavnih strategija (Vizek Vidović i sur., 2014) jer im na taj način omogućujemo da uče različitim stilovima učenja, što im razvija individualne interese i osjećaj vlastite vrijednosti (Boras, 2009). Također, primjenom aktivnih oblika rada

Suvremena nastava stavlja naglasak na poučavanje koje potiče učenje. Karakterizira je specifičan odnos učenika i nastavnika kojim se učenika nastoji motivirati i osamostaliti, a čiji je konačni cilj razvoj učenikove osobnosti, individualnosti, originalnosti i samoreguliranog učenja (Tot, 2010). U

današnje vrijeme, kada su dostupne velike količine informacija, nije jednostavno zainteresirati učenike za određenu temu. Ta činjenica postavlja veliki izazov za današnje nastavnike. Kako bi ispunili očekivanja učenika i zadobili njihovu pozornost, trebamo primijeniti raznolike i atraktivne pristupe u poučavanju (Somolanji i Bognar, 2008).

Mnoga istraživanja izvješćuju o smanjenom interesu učenika za učenje prirodoslovnih predmeta, a nedostatak motivacije se povezuje sa lošim obrazovnim postignućima u tom području (Broussard i Garrison, 2004; Chow i Yong, 2013).

Poznato je kako aktivne metode učenja potiču motivaciju učenika u nastavi biologije (Aguila-Gomez, 2016), stoga će u ovom radu biti prikazana primjena nastavne strategije učenje otkrivanjem te njen utjecaj na motivaciju i zainteresiranost učenika.

Učenje otkrivanjem

Po Bognaru i Matijeviću (2005) nastavne strategije podijeljene su na poučavanje, učenje otkrivanjem, doživljavanje, istraživanje i stvaranje, vježbanje te stvaranje.

Učenje otkrivanjem je teorija koja se zasniva na konstruktivističkoj teoriji. Temelji se na rješavanju problema pri kojem se učenik koristi predznanjem kako bi otkrio nove koncepte. Njen osnivač je Jerome Burner, profesor na Sveučilištu Harvard i svjetski priznati psiholog koji se bavio uglavnom istraživanjima i razvojem kognitivne psihologije. Pedesetih i šezdesetih godina dvadesetog stoljeća u SAD-u, u vrijeme kada je prevladavao bihevioristički pristup učenju, Burner (1961) naglašava kako je suhoparno pamćenje informacija u obrazovanju djece potrebno zamijeniti otkrivanjem. Smatrao je kako bi učenik trebao aktivno i samostalno sudjelovati u procesu stvaranja znanja, jer je ono proces, a ne produkt. Na posljetku, iskustvo čovječanstva je pokazalo da su znanja stečena osobnim otkrićima najtrajnija, te da najviše utječu na razvoj osobnosti pojedinca.

Postoje različiti oblici učenja otkrivanjem: učenje otkrivanjem u kojem učenik rješava zadani problem bez ili uz malo vodstvo od strane nastavnika, te vođeno otkrivanje u kojem učenik probleme rješava na način da ga nastavnik usmjerava i vodi kroz proces (Mayer, 2004).

S obzirom da je "cilj nastave biologije da učenici steknu znanje o osnovnim biološkim zakonitostima, temeljnoj građi i funkcijama živih bića, da razviju prirodoznanstveni način mišljenja, upoznaju metode istraživanja prirode, razviju spremnost i primjerenu odgovornost za primjenu stečenih znanja u životu" (Plan i program, 2006), u skladu s tim logično je i odabirati za to prikladne nastavne strategije poput istraživačkog učenja ili strategije učenja otkrivanjem.

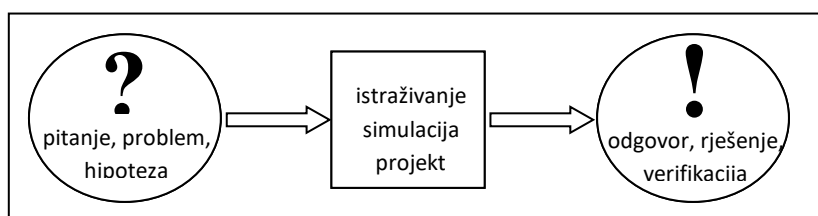
Nova uloga učenika i nastavnika

Nastavna strategija učenje otkrivanjem postavlja učenika u centar nastavnog procesa. Temelji se na izmijenjenom konceptu tradicionalne nastave u kojem nastavnik i učenik sada zamjenjuju uloge. Prezentaciju, pojašnjenja ili heuristički razgovor nastavnika zamjenjuju učeničke aktivnosti, dok nastavnik ima ulogu koordinatora i organizatora. Zadatak učenika je proučavanje određenog materijala, problema, izvorne stvarnosti ili simulacije te otkrivanje novih relacija, zakonitosti, osobina ili veza. Ovakav oblik poučavanja od nastavnika zahtjeva stručnost i kreativnost kojom će potaknuti znatiželju kod učenika, a koja će za posljedicu imati stjecanje novih znanja i vještina (Peko i Varga, 2014). Vrlo je vjerojatno da će ovakav oblik nastave pridonijeti motivaciji učenika te interesu za

daljnje samostalno istraživanje vlastite okoline (Matijević i Radovanović, 2011). Nova uloga učenika zahtjeva od učenika da sve što je moguće radi samostalno ili u grupnom radu s ostalim učenicima. Ona se može realizirati putem sudjelovanja u raspravama, debatama, istraživačkom radu, razmišljanja i zaključivanja, rješavanja stvarnih ili simuliranih problema te izvođenjem pokusa što doprinosi razvijanju vještina, kvalitetnijem učenju i trajnijem znanju. Samostalnost u rješavanju problema pozitivno utječe na učenikovo samopoštovanje i odgovornost, dok aktivnim učenjem razvijamo njegovu radoznalost koja će pozitivno utjecati na intrinzičnu motivaciju (Vizek Vidović i sur, 2014). Međutim, ključan preduvjet za poticanje motivacije učenika je dobra metodička priprema nastavnika. Samo on može svojim načinom rada pobuditi zainteresiranost, entuzijazam i znatiželju kod učenika (Matijević i Radovanović, 2011).

Metode nastavne strategije učenje otkrivanjem

Bognar (Bognar i Matijević, 2005) strategiju učenja otkrivanjem dijeli na tri metode: istraživanje, simulacija i projekt (slika 1). Karakterizira je iskustveno učenje koje se može odvijati u izvornoj ili zamišljenoj stvarnosti. U drugom slučaju, primjenjuje se metoda simulacije koja se može realizirati igrom, pokusom ili kompjuterskom simulacijom. Učeći ovom nastavnom strategijom, učenik prolazi kroz sve etape spoznajnog procesa: uočavanje problema, definiranje problema te pronalaženje rješenja.



Slika 1 Strategija učenja otkrivanjem (preuzeto iz Bognar i Matijević, 2005)

Metoda istraživanja se koristi za proučavanje izvorne stvarnosti, a sastoji se od četiri etape: uočavanje i definiranje problema; formuliranje hipoteze; prikupljanje podataka, promatranje i praćenje te izvođenje zaključaka. Uočavanje i definiranje problema nastavnik izvodi u suradnji s učenicima, nakon čega slijedi postavljanje hipoteze što kod učenika pomaže u razvoju apstraktnog mišljenja. Treća etapa uključuje eksperiment ili simulaciju kao predmet istraživačkog interesa i prikupljanje kvantitativnih podataka na temelju kojih se, u posljednjoj fazi istraživanja, izvode zaključci, a postavljena hipoteza se potvrđuje ili odbacuje. Kada istraživanje u stvarnim uvjetima nije moguće, koristi se metoda simulacije koja sadrži jednake faze kao i prethodno opisana metoda istraživanja. Mogli bismo reći da je to istraživanje zamišljene situacije. Posljednja metoda podrazumijeva nastavni rad na istraživačkim projektima. Vrijeme provođenja projekta nije određeno, a jednako kao i prethodne dvije metode, polazi od uočavanja problema i postavljanja hipoteza, nakon čega se izrađuje pismeni plan rješavanja problema. Pismeni plan uključuje planiranje potrebnih sredstava, definiranje slijeda poslova i vremena koje je za njih potrebno, te definiranje cilja projekta.

Prednosti i nedostaci strategije učenje otkrivanjem

Problemski usmjerene nastavne strategije poput učenja otkrivanjem kod učenika omogućuju razvijanje stvaralaštva, sposobnosti grupnog rada, apstraktnog mišljenja, generaliziranja te pojedinih karakteristika osobnosti poput upornosti, sustavnosti, radoznalosti, kritičnosti, suzdržavanja od donošenja zaključaka bez dovoljno argumenata (Matijević i Radovanović, 2011). Uspješno izvršeno

istraživanje može pozitivno utjecati na učenikovo samopouzdanje, povećati mu intrinzičnu motivaciju (uslijed čega učenik uči ne samo za ocjenu, već zbog unutarnjeg zadovoljstva i ispunjenja) te interes za predmet. Rješavanjem problemskih zadataka učenik razvija određeni stil rješavanja problema i istraživanja koji kasnije može primijeniti za rješavanje bilo kojeg zadatka u životu. Znanje stečeno otkrivanjem je daleko trajnije jer učenik na ovaj način sam sistematizira usvojene informacije te ih zbog toga lakše pronalazi kada su mu potrebne.

Jedan od ključnih nedostataka nastavne strategije učenje otkrivanjem je vrijeme potrebno za izvršavanje pojedinog zadatka. Naime, ovakav način učenja zahtijeva mnogo više vremena od tradicionalnog učenja, odnosno predavački usmjerene nastave (Matijević i Radovanović, 2011). Također, i sama priprema nastavnika za ovakav oblik poučavanja traži vrijeme za osmišljavanje nastavnog scenarija i pripremu potrebnog didaktičkog materijala te veliku kreativnost. Iskustva nam pokazuju da je uz te probleme, a i uz činjenicu da nastavnici mogu samostalno odabirati način na koji će provoditi nastavni proces, ova nastavna strategija slabo zastupljena u hrvatskim školama.

Ipak, zbog izrazito vidljivih vrijednosti ovu didaktičku strategiju treba što češće primjenjivati u izvođenju programa obrazovanja i osposobljavanja (Matijević i Radovanović, 2011).

S obzirom da je motivacija učenika jedan od ključnih preduvjeta za uspješno učenje jer njome pobuđujemo znatiželju i zainteresiranost kod učenika, stoga je cilj ovog rada bio istražiti utjecaj nastavne strategije učenje otkrivanjem u nastavi biologije na motivaciju i aktivnost učenika. U skladu s ciljem istraživanja postavljena je hipoteza da će primjena nastavne strategije učenje otkrivanjem rezultirati povećanom aktivnošću učenika koja će pozitivno djelovati na njihovu motivaciju za usvajanjem gradiva iz nastavnog predmeta biologija.

METODE RADA

U istraživanju je sudjelovalo 20 učenika (11 djevojčica i 9 dječaka) osnovne škole u Solinu koji su se po prvi put susreli s učenjem otkrivanjem. Prije samog početka obrade nastavne jedinice učenici su anonimno popunili ulazni anketni upitnik u kojem su samoevaluacijom procijenili svoju aktivnost na satovima biologije, količinu gradiva koju usvoje odmah na satu, iznijeli stavove o tome što najviše doprinosi njihovoj aktivnosti u nastavi te na koji način najradije uče na satu.

Uslijedila je podjela učenika u 5 grupa. Primjenom nastavne strategije učenje otkrivanjem učenici su učili kroz igru (sastavljanje puzzli), opažanje, samostalno donošenje zaključaka oslanjajući se na prijedlog aktivnosti prema Begić i sur. (2014). Određene zadatke su izvršavali zajednički u grupama, dok su preostale rješavali u parovima ili samostalno. Uloga nastavnika bila je praćenje učeničkih zaključaka, davanje povratnih informacija te usmjeravanje po potrebi.

Po završetku obrade nastavne jedinice učenici su popunili anketni upitnik u kojem su iznijeli svoje procjene o vlastitoj aktivnosti na satu, količini usvojenog gradiva, obliku rada koji im se najviše svidio te što je najviše utjecalo na njihovu aktivnost.

Nastavna strategija učenje otkrivanjem primijenjena je u nastavi biologije na nastavnoj jedinici "Molekula DNA" u 8. razredu osnovne škole. Nastavna jedinica se provodila kroz tri školska sata. Cilj sata je bio dovesti učenike do spoznaje o građi molekule DNA, njene jedinstvenosti i uloge u određivanju izgleda organizma. Metodička priprema je uključivala pripremu nastavnog materijala za

rad (nastavnih listića, slagalica i video materijala opisanih u daljnjem tekstu) te organizaciju rasporeda sjedenja budući da se nastavni sat, u velikom dijelu, realizirao kroz grupni rad. Nastavni sat je započeo grupnim radom učenika i čitanjem novinskog članka pod naslovom "Pijavica riješila zločin star osam godina" te njihovim promatranjem rezultata analize krvi (slika 2). Raspravom unutar grupe, učenici su pokušati odgonetnuti moguće scenarije. S obzirom da je DNA analiza krvi bila ključan faktor u rješavanju zločina, članak je poslužio kao najava nastavnog cilja: otkrivanje građe i uloge molekule DNA, te pomogao učenicima u postavljanju hipoteza istraživanja: a) DNA je jedinstvena za svaki organizam i b) DNA određuje izgled organizma.

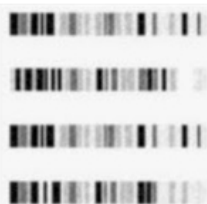
PIJAVICA RIJEŠILA ZLOČIN STAR 8 GODINA



Pijavica pronađena na mjestu zločina pomogla je australskoj policiji da otkrije pljačkaša za kojim je tragala osam godina. Pijavica je otpala s Petera Cannona kad su on i njegov pomagač zavezali 71-godišnjakinju za stolicu u njenom domu u Tasmanijskom Bushu 28.9.2001., te ukrali nekoliko stotina dolara iz sefa, priopćila je policija. Detektivi su otkrili nabreklu pijavicu na mjestu zločina i izvadili krv za koju su vjerovali da pripada jednom od dvojice osumnjičenih. Identificirali su Cannona kao počinitelja kad je ovaj prošle godine uhićen zbog posjedovanja droge kada su mu po prvi puta izvadili krv. Cannon, sada 54-godišnjak, jučer je pred sudom priznao krivnju za oružanu pljačku. Izricanje presude očekuje se u petak, a prijeti mu maksimalna kazna od 21 godine zatvora. Inspektor Mick Johnston, koji je otpočetka bio uključen u istragu, rekao je kako je pijavica bila jedini forenzički dokaz koji su pronašli na mjestu zločina. Dodao je da je sretan zbog priznanja, naročito zbog žrtve Fay Olson. "Ona je dugo čekala na završetak ove priče i dobro je što smo to uspjeli ostvariti", izjavio je za ABC radio. Policija još uvijek traga za Cannonovim navodnim suučesnikom.

Raspravite unutar grupe kako je moguće analizom krvi utvrditi tko je bio pljačkaš. Obrazložite svoje ideje.





krv pronađena na mjestu zločina

krv žrtve

osumnjičenik 1

osumnjičenik 2

Na slici je prikazan nalaz analize krvi. Možeš li utvrditi čija je krv pronađena na mjestu zločina? Objasni svoj zaključak!

Slika 2 a) Nastavni listić 1 - novinski članak "Pijavica riješila zločin star 8 godina"; b) Nastavni listić 2 - nalaz analize krvi pronađene na mjestu zločina.

Kako građu i ulogu DNA molekule učenici ne mogu upoznati promatranjem izvorne stvarnosti, nastavna strategija je realizirana primjenom metode simulacije.

Aktivnost 1 - upoznavanje građe DNA molekule

Prvi zadatak učenika je bio sastavljanje slagalice (slika 3) te rješavanja nastavnog listića (slika 4) koji je usmjeravao učenike te i vodio ih do novih spoznaja. Dijelovi slagalice predstavljali su komplementarne parove baza DNA molekule (adenin, timin, gvanin, citozin). Njihovim slaganjem učenici su zaključili o građi i jedinstvenosti DNA molekule.



Slika 3 Slagalice (DNA molekula)

Sastavite slagalicu te odgovorite na pitanja.

Od koliko različitih dijelova je nastala vaša slika? _____

Jeste li uočili neke pravilnosti prilikom sastavljanja? Objasni.

Usporedite vašu sliku sa slikom ostalih grupa. Objasni zapažanja.

Znaš li što prikazuje slika koju ste sastavili?

Možeš li sada bolje objasniti zašto je sastav krvi ili neke druge tjelesne tekućine (npr. sline) kod svake osobe drugačiji?

Slika 4 Nastavni listić 2

Aktivnost 2 - replikacija DNA molekule

Od učenika se tražilo da složenu sliku (DNA molekulu) razdvoje na dva stupca, te uz pomoć novih dijelova slagalice (A, C, T, G), nadopune prazna mjesta na lancima. Rješavanjem zadataka na nastavnom listiću 3 (slika 5), učenici su uočili kako su dvije nove molekule potpuno identične zbog toga što se podjedinice uvijek slažu po istom principu. Nastavnik ih tada izvješćuje da su upravo izveli proces udvostručenja DNA molekule.

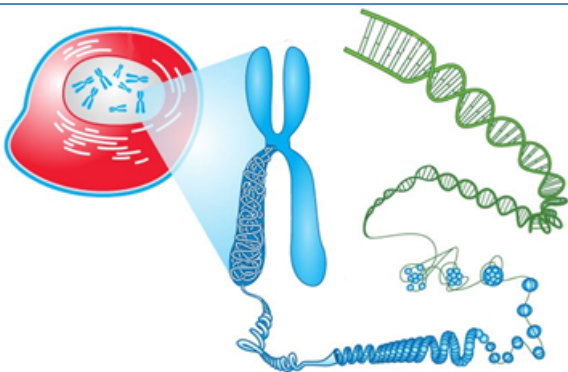
Usporedi dobivene molekule.

Od jedne molekule sada si dobio dvije molekule DNA. Objasni kako si to postigao.

Slika 5 Nastavni listić 3

Aktivnost 3

Promatranjem slika na nastavnim listićima 4a (slika 6) i 4b (slika 7), učenici su se prisjetili gradiva prethodne nastavne jedinice (kromosoma), povezali diobu stanica s DNA molekulom te zaključili o važnosti njene prethodne replikacije.



Gdje se u našim stanicama nalazi molekula DNA? _____

Kako se zove struktura na slici u obliku slova X? _____

Promatrajući sliku opiši njegovu građu. _____

U kojem staničnom procesu oni sudjeluju? _____

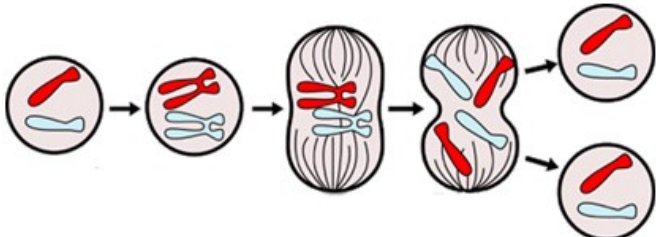
Manji dijelovi kromosoma nazivaju se _____.

Kromosom je građen od molekule DNA.

ZAKLJUČAK: _____ su manji dijelovi DNA molekule.

Slika 6 Nastavni listić 4a

Umnožavanje molekule DNA u jezgri se uvijek događa prije diobe stanica. Promotri sliku i odgovori: što bi se dogodilo s molekulom DNA da se ne umnoži prije svake diobe stanice.



Slika 7 Nastavni listić 4b

Aktivnost 4 - RNA molekula

Svaka grupa učenika je dobila hamer papir izrezan u obliku stanice na kojem su naznačene jezgra i citoplazma. Slijedeći upute na nastavnom listiću (slika 8), učenici "stvaraju" RNA molekulu. Rješavajući zadatke učenici su zaključili da je riječ o jednoj novoj molekuli - RNA molekuli. Uspoređujući je s DNA molekulom, uočili su razlike u njihovoj građi.

1. Stavite DNA molekulu u dio stanice u kojem se ona nalazi.
2. Razdvojite lance u DNA molekuli te samo na jedan od lanaca složite nove dijelove slagalice.
3. Razdvojite novi lanac od lanca DNA molekule.
4. DNA molekulu vratite u prvobitno stanje (spojite početna dva lanca).
5. Pronađite dvije razlike između DNA molekule i novog lanca. _____

6. Naziv nove molekule dobit ćemo ako iz naziva DNA molekule slovo D zamijenimo slovom R.
Napiši naziv nove molekule. _____

U kojem dijelu stanice se odvijao proces nastanka nove molekule? _____

Što nam je poslužilo kao "kalup" za njeno nastajanje? _____

Po pravilima koje si usvojio sastavljajući slagalicu nadopuni prazna mjesta u slijedećem lancu.

DNA lanac	A	G	G	C	T	C	A	A	G	C	T
RNA molekula											

Ulogu RNA molekule ćete otkriti u idućem zadatku!



Slika 8 Nastavni listić 5

Aktivnost 5 - uloga RNA molekule

Učenici otkrivaju ulogu, odnosno razlog nastajanja RNA molekule u stanicama. Koristeći tablicu kodova za dekodiranje poruke (slika 9) koju nosi molekula RNA, slažu na nju odgovarajuće aminokiseline i stvaraju polipeptidni lanac (slika 10). Aminokiseline su za potrebe nastavnog sata nazvane slovima abecede kako se učenike ne bi dodatno opterećivalo stručnim nazivljem. Po završetku aktivnosti, nastavnik je izvijestio učenike da su upravo stvorili molekulu bjelančevine, te da svako slovo predstavlja jednu aminokiselinu od kojih je ona građena. Metodom razgovora učenici su upoznati s ulogom bjelančevina u organizmu (izgradnja ljudskog tijela, upravljanje staničnim procesima).

Dekodirajući poruku RNA molekule, učenici su zaključili da redoslijed njenih podjedinica određuje redoslijed aminokiselina u bjelančevinama te shvaćaju njenu važnost i ulogu u stanici (prenošenje poruke iz jezgre u citoplazmu po kojoj se stvaraju bjelančevine).

1. Pomaknite RNA molekulu izvan granica jezgre u vašoj stanici. U kojem se dijelu stanice sada nalazi? _____
2. RNA izlazi iz jezgre kako bi prenijela poruku DNA molekule.
3. U tablici nalaze se kodovi za dekodiranje poruke koju nosi molekula RNA. Tri uzastopna dijela RNA predstavljaju jedan kod. Uz pomoć tablice svakom kodu pridruži odgovarajuće slovo.

KOD	slovo	KOD	slovo	KOD	slovo	KOD	slovo
AAA	a	CAA	e	GAA	lj	UAA	š
AAC		CAC		GAC		UAC	
AAG	b	CAG	f	GAG	m	UAG	t
AAU		CAU		GAU		UAU	
ACA	c	CCA	g	GCA	n	UCA	u
ACC		CCC		GCC		UCC	
ACG	č	CCG	h	GCG	nj	UCG	v
ACU		CCU		GCU		UCU	
AGA	ć	CGA	i	GGA	o	UGA	z
AGC		CGC		GGC		UGC	
AGG	d	CGG	j	GGG	p	UGG	ž
AGU		CGU		GGU		UGU	
AUA	dž	CUA	k	GUA	r	UUA	x
AUC		CUC		GUC		UUC	
AUG	đ	CUG	l	GUG	s	UUG	y
AUU		CUU		GUU		UUU	

Slika 9 Nastavni listić 6



Slika 10 Slagalica Sinteza polipeptidnog lanca u citoplazmi

Aktivnost 6 - ponavljanje i primjena znanja

Učenici su pogledali računalnu animaciju procesa nastanka bjelančevina u stanici. Nakon kratkog razgovora, uslijedilo je rješavanje zadatka "Od DNA molekule do mog najboljeg prijatelja". Cilj zadatka bio je povezivanje usvojenih znanja sa svakodnevnim životom. Zadatak se rješavao samostalno ili u paru. Učenici su u koverti dobili različite DNA molekule psa (slika 11). Dobivene

kombinacije dešifrirali su uz pomoć tablice "Ključ za određivanje svojstava kod psa" (slika 12), te crtali psa po uputama.

G A T C C T A G	T T C G A A G C	G C T A C G A T	C C C A G G G T
A A G T T T C A	C G T A G C A T	G G A A C C T T	G A A A C T T T

Slika 11 Primjer sadržaja jedne koverta

OBLIK TIJELA Malen, mršav, izdužen, ravan A C G T T G C A Velik, mršav, izdužen, sušen u stražnjem dijelu C A T G G T A C Srednji, vrlo mišićav, kratak G A T C C T A G Velik, bez izraženih mišića, ravan T C G A A G C T				OČI Tamno smeđe G C T T C G A A Svijetlosmeđe G C T C C G A G Plave G C T A C G A T Zelene G C A T C G T A
OBLIK GLAVE Duga, mršava A A G T T T C A Ravan A A T G T T A C Kratak A A T T T T A A Objesjen A A G C T T C G				REP Kratak, grudvast G G A A C C T T Dugačak sa kratkom dlakom G G C G C C G C Kičasti vrh G G T C C C A G Dug i dlakav G G T G C C A C
UŠI Male, šiljaste T T G A A A C T Velike, obješene T T C C A A G G Srednje kvadratne T T C G A A G C Srednje, obješene T T C A A A G T				BOJA KRZNA Smeđe A A A A T T T T Crna T T T C A A A G Crveno-smeđa C C C A G G G T Žuta G G G G C C C C
NOGE Duge, mršave C G T A G C A T Kratke, dlakave C G A T G C T A Srednje C G G A G C C T Zdepaste, mišićave C G T T G C A A				DLAKA Kovčava, kratka G A A A C T T T Ravna, kratka C T T T G A A A Ravna, duga A G G G T C C C Valovita duga T C C C A G G G

Slika 12 Ključ za određivanje svojstava kod psa

U završnom dijelu nastavnog sata uslijedila je evaluacija nastavnog procesa od strane učenika s ciljem dobivanja povratne informacije o učinku nastavnog sata na aktivnost učenika, kao i smjernica za daljnji rad nastavnika.

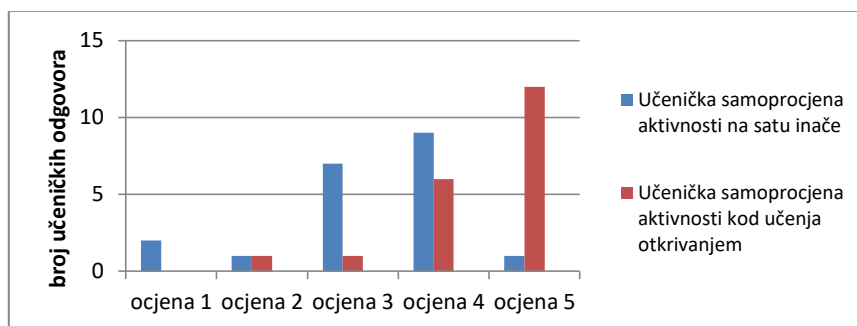
REZULTATI

Prije primjene nastavne strategije učenje otkrivanjem, učenici su svojoj aktivnosti uglavnom pridruživali ocjene 3 (7 učenika) ili 4 (9 učenika). Aktivnost učenika je značajno porasla nakon primjene učenja otkrivanjem. Većina učenika svoju aktivnost na tim satima ocjenjuje s vrlo dobar (6 učenika) ili odličan (12 učenika). Prosječna ocjena učeničke aktivnosti općenito iznosi 3,3, dok je primjenom nastavne strategije učenje otkrivanjem porasla na 4,53.

Tablica 1 prikazuje usporedbu rezultata ulazne i izlazne ankete za pitanje samoprocjene aktivnosti učenika u nastavi biologije koji su grafički prikazani na slici 13. U ulaznoj anketi učenici su procijenili svoju aktivnost na nastavi biologije općenito; izlaznom anketom vrednovali su aktivnost na satovima na kojima je primijenjena nastavna strategija učenje otkrivanjem. U tablici 2 prikazana su neka od objašnjenja učenika za procjenu vlastite aktivnosti.

Tablica 1 Učenička samoprocjena aktivnosti na nastavi biologije

	Aktivnost Općenito	Nastavna strategija učenje otkrivanjem
Valid	20	20
Mean	3,300	4,532
Std. Deviation	1,031	0,825
Minimum	1,00	2,00
Maximum	5,00	5,00

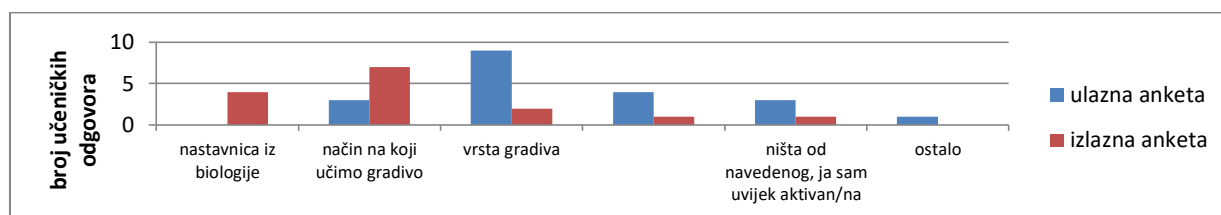


Slika 13 Usporedba samoprocjene učeničke aktivnosti na nastavi biologije prije i poslije primjene nastavne strategije učenje otkrivanjem

Tablica 2 Učenička objašnjenja procjene aktivnosti

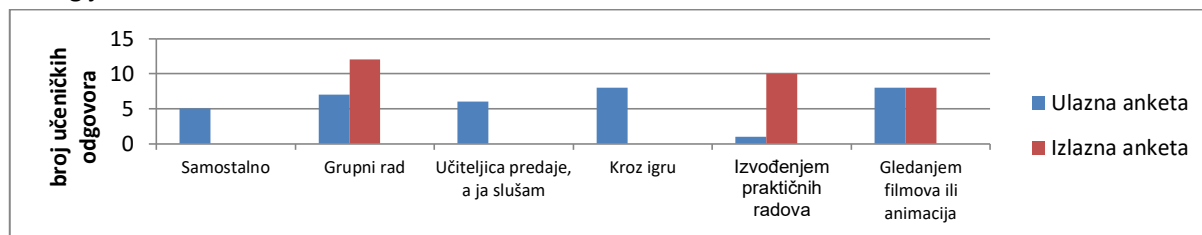
Ulazna anketa	Izlazna anketa
Javljam se da odgovorim na pitanja ali ne uvijek. (4)	Bila sam aktivna i znala sam sva rješenja. (5)
Aktivna sam na satu i volim čitati. Biologija mi je jako zabavan predmet. (4)	Danas sam bila jako aktivna i gradivo je bilo zanimljivo pa sam dosta novog naučila. (5)
Ruka mi je uvijek u zraku, pokušavam što više biti aktivna na satu pa neću morati puno učiti doma. (4)	Bila sam aktivna. (5)
Smatram da sam aktivna ali da bi mogla biti još i aktivnija. (4)	Sve sam pratila, shvatila sama i bila sam aktivna. (5)
Jer spavam. (1)	Jer sam pomagao i spavao. (5)
Aktivan sam na satu, redovito učim, sudjelujem u razgovoru na satu, miran sam na satu. (4)	Bio sam aktivan i sudjelovao na satu. (4)
Ponekad se javljam za pitanja, a ponekad ne. (3)	Javljam se na velik broj pitanja, ne na sva ali mislim da je moja ocjena 4. (4)
Aktivan sam, odgovaram na pitanja iz knjige i pitanja koja postavi učiteljica, miran sam. (5)	Što je učiteljica pitala ja sam joj odgovarao i sa svojim timom sam riješio sva četiri papirića. (5)
Javljam se, ali ne uvijek. Sve zapisujem u bilježnicu i redovito rješavam pitanja za domaći rad. (4)	Sudjelovala sam u slaganju puzzli, rješavala sam listiće i pomagala sam svojoj skupini. (5)
Mislim da mogu povećati svoju aktivnost na satu biologije i da se mogu više potruditi. (4)	Mislim da mi se danas više sviđalo gradivo i da sam se više potrudila. (5)
Ponekad se često javljam, a ponekad ne. (4)	Bila sam aktivna. (5)
Nekad sudjelujem, a nekad ne. (3)	Bilo mi je zanimljivo i mnogo sam toga naučila. (5)
Na satu nisam baš aktivan. (3)	Nisam bio aktivan. (2)
Pa tako 1. (1)	Sudjelovao sam u radu. (5)

Na slici 14 prikazani su čimbenici koji po mišljenju učenika najviše utječu na njihovu aktivnost u nastavi biologije. Rezultati ulazne ankete pokazuju kako je to uglavnom vrsta gradiva (9 učenika), dok se u izlaznoj anketi najviše opredjeljuju za način na koji uče gradivo (7 učenika) i nastavnicu iz biologije (4 učenika).



Slika 14 Čimbenici koji najviše utječu na aktivnost učenika

Slika 15 prikazuje rezultate ulazne i izlazne ankete za načine na koje učenici najradije uče u nastavi biologije.



Slika 15 Najdraži oblik učenja na satu biologije (rezultati ulazne i izlazne ankete)

U ovom pitanju učenici su imali mogućnost opredijeliti se za dva od ponuđenih šest odgovora s obzirom da su im kao odgovor bile ponuđene nastavne metode i oblici rada. Kod ulazne ankete 5 učenika se opredijelilo na samo jedan odgovor od moguća dva, dok je kod izlazne ankete to bio slučaj kod 10 učenika. Iz rezultata ulazne ankete vidljivo je da su se odgovori raspodijelili na *učenje kroz igru, gledanje filmova ili animacija* te *učenje u grupnom radu*. Nakon primjene nastavne strategije učenje otkrivanjem učenici se najviše opredjeljuju za grupni rad (12 učenika). Kod ulazne ankete šest učenika se opredijelilo za predavački oblik nastave, dok ih je pet odabralo samostalno učenje. Rezultati izlazne ankete pokazuju stopostotnu promjenu mišljenja.

U tablici 3 prikazana su neka od objašnjenja učenika za odabir najdražeg oblika učenja u nastavi biologije.

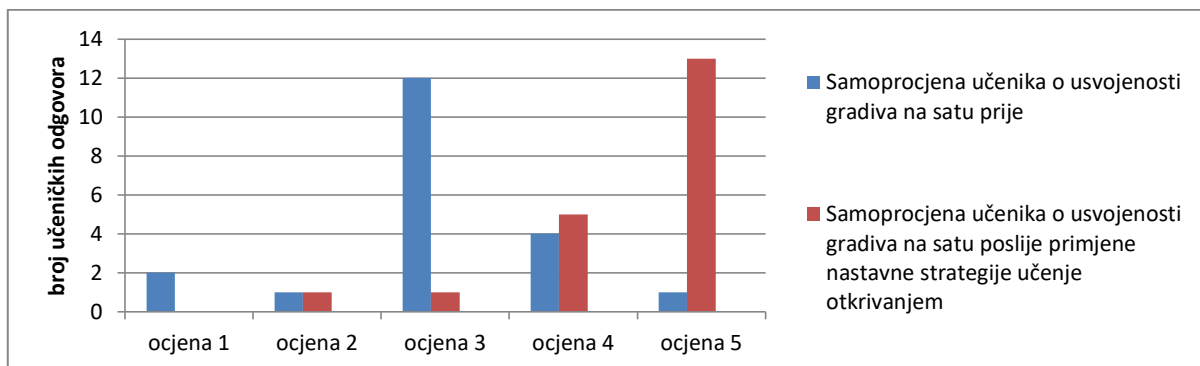
Tablica 3 Učenička objašnjenja za odabir najdražeg oblika rada u nastavi biologije

Ulazna anketa	Izlazna anketa
Najlakše mi se skoncentrirat kad učiteljica predaje, a filmovi i animacije su zanimljivi.	Prvo smo kroz praktični rad naučili a zatim smo to potvrdili gledanjem animacije.
Puno je lakše učiti kroz igru i praktične radove nego onako samo uzet knjigu i učiti. Kroz zabavu se više nauči.	Učenje u grupi je jako zanimljivo, a još zanimljiviji su mi bili praktični radovi.
Lakše mi je zapamtiti kad učiteljica predaje i ona to bolje napravi, kaže što je važno a što manje važno, te potom odgovaramo na pitanja.	Volim raditi u grupama i bili su mi zanimljivi radovi.
Volim slušati učiteljicu ali i učiti kroz igru.	Učenje u grupnom radu uvijek je zabavnije nego učenje kada si sam.
Radije učim samostalno jer tada ležim i dosađujem se.	Ne volim biologiju i jedva se čekam riješiti nje i razrednice.
Volim razgovarati i želim da na satu učim kroz igru i zabavu.	Bilo je zabavno i lijepo raditi u grupi.
Volim raditi u grupnom radu zbog toga što svi skupa dajemo odgovore, a kroz igru zbog toga što mislim da se iz igre najviše uči.	U grupnom radu jer tada svi radimo skupa i zato što izvodimo neke vrlo zabavne zadatke.
Kad učiteljica predaje i kroz igru lakše zapamtim pa ne moram puno učiti.	U grupnom radu mi je lakše učiti.
Film pažljivo pratimo i gledamo i izvođenje nekih animacija pogotovo ako je zanimljivo, može i kroz igru.	Zabavili smo se u grupnom radu, ali potom i naučili nešto.
Kad učim samostalno najbolje pamtim i najlakše se koncentriram.	Gledanjem animacije bilo mi je zabavno promatrati kako ljudsko tijelo funkcionira.
Najlakše mi je kad sama učim.	Zanimljivo mi je bilo gledanje animacija.
Kad sama učim tada mi je najlakše i mogu se koncentrirati.	Bilo mi je predobro u grupnom radu jer smo se svi u grupi slagali i naučili.
Kroz igru i gledanje filmova učenje je zanimljivo.	Učenje je zanimljivo u grupnom radu i izvođenjem praktičnih radova.
Najzanimljivije je učiti u grupnom radu, ostalo me ne zanima.	Svidio mi se sat na kojem smo radili u grupi i radili praktične radove.

Rezultati ulazne ankete pokazuju kako su učenici znanje koje steknu na nastavi iz biologije uglavnom vrednovali ocjenom dobar (12 učenika). Izlazna anketa pokazuje kako 13 učenika smatra da je primjenom nastavne strategije učenje otkrivanjem na satu naučilo gradivo u potpunosti (tablica 4 i slika 16).

Tablica 4 Učenička samoprocjena usvojenosti gradiva na satu

	Usvojenost gradiva na satu biologije općenito	Usvojenost gradiva na satu primjenom nastavne strategije učenje otkrivanjem
Valid	20	20
Mean	3,050	4,500
Std. Deviation	0,944	0,827
Minimum	1,00	2,00
Maximum	5,00	5,00



Slika 16 Usporedba učenike procjene o usvojenosti gradiva na satu prije i poslije primjene nastavne strategije učenje otkrivanjem

Za vrijeme obrade nastavne jedinice učenici su rado surađivali unutar grupa, pokazali su veliku angažiranost prilikom izvršavanja zadataka te prezentacije njihovih rješenja. Bez obzira na popunjen izlazni upitnik, imali su potrebu i usmeno naglasiti kako im je bilo iznimno interesantno učiti u grupama, izvoditi praktične radove te kako im je ovo bio "jedan od najboljih sati ikada".

RASPRAVA

S ciljem utvrđivanja utjecaja nastavne strategije učenje otkrivanjem na aktivnost učenika, provedeno je ispitivanje učeničke aktivnosti i stavova. U istraživanju je sudjelovalo 20 učenika (11 učenika i 9 učenika) osmog razreda osnovne škole u Solinu. Prije samog početka obrade nastavne jedinice učenici su anonimno popunili ulazni anketni upitnik u kojem su samoevaluacijom procijenili svoju aktivnost na satovima biologije i količinu gradiva koju usvoje odmah na satu, iznijeli su svoje stavove o tome što najviše doprinosi njihovoj aktivnosti te na koji način najradije uče na satu. Učenicima je ovo bio prvi susret s nastavnom strategijom učenje otkrivanjem. Motivacija učenika uočena je već u početnom dijelu sata. Samo davanje uputa za rad i pojašnjavanje osnovnih načina rada s kojima će se susretati u naredna tri školska sata na učenike je djelovalo kao stimulus. Stimulus uglavnom izaziva emotivne reakcije (Jeremić, 2012) koje su u ovom slučaju bile uzbuđenje i radoznalost, dok su se posebno veselili grupnom radu.

Rezultati istraživanja pokazuju kako je nastavna strategija učenje otkrivanjem pozitivno djelovala na aktivnost, a samim time i motivaciju učenika. Prije početka učenja otkrivanjem, popunjavanjem ulazne ankete, učenici su procijenili vlastitu aktivnost na satovima biologije. Većina učenika je svoju aktivnost ocijenila ocjenom vrlo dobar (9 učenika) i dobar (7 učenika). Tek jedan učenik je zaokružio ocjenu odličan, dok su preostala dva odabrala dovoljnu ocjenu. Nakon primjene učenja otkrivanjem čak 12 učenika smatra da je bilo izrazito aktivno (ocjena odličan), 6 učenika vrlo dobro, dok se po jedan učenik ocjenjuje ocjenom dobar i dovoljan. Iz navedenih rezultata može se zaključiti kako učenici učenje otkrivanjem smatraju zanimljivim što podupire stav da aktivne metode učenja potiču motivaciju kod učenika (Aguila-Gomez, 2016; Bogнар i Matijević, 2005) te da je nastavnici mogu

pospješiti primjenom nastavnih aktivnosti koje učenici smatraju zanimljivim i atraktivnim (Strmčnik, 2001; Trškan, 2006; Vizek Vidović i sur., 2014). Dva učenika koja su svoju aktivnost ocjenili niskim ocjenama (dovoljan i dobar) vjerovatno pripadaju X tipu učenika (Jeremić, 2012). Naime, istraživanja su pokazala kako sve osobe možemo podijeliti na X, Y i XY tipove. X tipovima je potrebna neprekidna kontrola, uputa, nagrada i kazna. Y tip je motiviran sam od sebe. Većina ljudi (oko 90%) pripada XY tipu koji je kombinacija X i Y tipa što se podudara i s ovim istraživanjem. S obzirom da je preostalih 18 učenika vjerovatno XY tip, nastavnik ima veliku odgovornost jer o njemu ovisi kako će ti učenici biti u svojim budućim zanimanjima (Jeremić, 2012).

Ulazna anketa pokazuje kako je na aktivnost učenika najviše utjecala vrsta gradiva (7 učenika), dok se nakon primjene nastavne strategije učenje otkrivanjem opredjeljuju za način na koji se uči gradivo (9 učenika) (Strmčnik, 2001; Trškan, 2006; Vizek Vidović i sur., 2014). Stavovi učenika mogu se objasniti činjenicom da su se do sada susretali uglavnom s predavačkom nastavom, stoga im je jedini motivacijski čimbenik bio zanimljivost gradiva. Također, aktivno sudjelovanje u radu također djeluje kao stimulus na učenike (Jeremić, 2012).

Rezultati anketa za odabir najdražeg oblika učenja pokazuju značajnu promjenu kod praktičnog rada. U ulaznoj anketi odabiru učenika su se uglavnom podjednako raspodijelili između samostalnog rada, grupnog rada, predavačke nastave, igre, gledanja filmova ili animacija. Samo jedan učenik se odlučio za učenje izvođenjem praktičnih radova. Nakon intervencije, 12 učenika odabire grupni rad, 10 učenika praktičan rad dok se jednak broj učenika odlučuje za gledanje filmova i animacija. Ovakvi rezultati govore u prilog pozitivnom utjecaju učenja otkrivanjem na učenike i njihovu motivaciju s obzirom da nakon intervencije odabiru oblike rada kojima su učili primjenom navedene nastavne strategije.

Nadalje, motivirani učenici imaju bolje predispozicije za ostvarivanje obrazovnih ishoda (Broussard i Garrison, 2004; Chow i Yong, 2013), što potvrđuje i ovo istraživanje. U ulaznoj anketi, količinu znanja koju usvoje za vrijeme nastavnog procesa učenici većinom ocjenjuju ocjenom dobar (12 učenika). Znanje usvojeno učenjem otkrivanjem 13 učenika ocjenjuje odličnom ocjenom.

Iako je na početku nastavnog procesa uočena velika nesposobnost učenika da samostalno izvrše zadatke, u potpunosti su ostvarili sve nastavne ishode. Nesamostalnost učenika vjerojatno je posljedica prevelike zastupljenosti predavačke nastave u ovom konkretnom slučaju.

ZAKLJUČAK

Jedan od osnovnih zadataka nastave je osposobiti učenike za samostalno učenje i primjenu stečenih znanja u svakodnevnom životu. Kako bi u tome uspjeli, potrebno ih je motivirati za samostalno istraživanje i učenje. Primjena nastavne strategije učenje otkrivanjem u nastavi biologije pokazala se kao učinkovito motivacijsko sredstvo. Ovakav oblik učenja pozitivno je djelovao na zadovoljstvo, radoznalost, aktivnost i motivaciju učenika što je rezultiralo kvalitetnijim učenjem u nastavnom procesu.

METODIČKI ZNAČAJ

Uvriježeno je mišljenje kako učenici nisu motivirani za učenje predmeta prirodoslovnog područja. Ukoliko shvatimo uzroke takve situacije moći ćemo pozitivno utjecati na njihovu aktivnost te im osigurati uvjete za kvalitetnije učenje.

LITERATURA

- Aguila-Gomez, M. 2016. Strategies for Learning and Students' Achievement in Biological Science using Self-Regulated Learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 5, 4, 130-141.
- Begić, V., Ivanković, N., Karakaš, D., Magdić, M., Valjak-Porupski, M., Korać, P. 2014. Od molekule DNA do fenotipa: Otkrijmo tajnu života. Prema istraživačkom učenju, ur. Radanović, I., *Educatio biologiae* – publikacija uz seminar za nastavnike, 5-31.
- Bognar, L., Marijević, M. 2005. Didaktika. Školska knjiga, Zagreb.
- Boras, M. 2009. Suvremeni pristupi nastavi prirode i društva. *Život i škola*, 21, 1, 40-49.
- Broussard, S. C., Garrison, M. E. B. 2004. The Relationship Between Classroom Motivation and Academic Achievement in Elementary-School-Aged Children. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 33, 2, 106-120.
- Bruner, J. S. 1961. The act of discovery. *Harvard educational review*, 31, 21-32.
- Chow, S. J., Yong, B. C. S. 2013. Secondary School Students' Motivation and Achievement in Combined Science. *US-China Education Review B*, 3, 4, 213-228.
- Jensen, E. 2003. Super nastava- nastavne strategije za kvalitetnu školu. Educa, Zagreb.
- Jeremić, M. 2012. "Filozofija s djecom" i motiviranje na učenje. *Metodički ogledi*, 19,2, 79-87.
- Marentič Požarnik, B. 2000. Psihologija učenja in pouka. DZS, Ljubljana.
- Matijević, M., Radovanović, D. 2011. Nastava usmjerena na učenika. *Školske novine*, Zagreb.
- Mayer, R. E. 2004. Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction. *American Psychologist*, 59, 1, 14-19.
- Pajares, F. 2003. Self-efficacy beliefs, motivation, and achievement in writting: A review of literature. *Reading & Writing Quarterly*, 19, 139-158.
- Peko, A., Varga, R. 2014. Active Learning in Classrooms. *Život i škola*, 31, 1, 59- 75.
- Somolanji, I., Bognar, L. 2008. Kreativnost u osnovnoškolskim uvjetima. *Život i škola*, 19, 87-94.
- Strmčnik, F. 2001. Didaktika. Osrednje teoretične teme, Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- Tot, D. 2010. Učeničke kompetencije i suvremena nastava. *Odgojne znanosti*, 12, 1, 65-78.
- Trškan, D. 2006. Motivacijske tehnike u nastavi. *Povijest u nastavi*, 7, 1, 19-28.
- Vizek Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović-Štetić, V., Miljković, D. 2014. Psihologija obrazovanja. IEP-Vern, Zagreb.

THE INFLUENCE OF DISCOVERY LEARNING AS A TEACHING STRATEGY ON STUDENTS' MOTIVATION IN TEACHING BIOLOGY

Ivanka Podrug

Primary school Mertojak, Split
podrug.ivanka@yahoo.com

ABSTRACT

To qualify students for life and lifelong learning, it is necessary to awake their desire and motivation for acquiring knowledge. Students can be motivated through various motivation techniques, active forms and work methods. The aim of this work was to explore the influence of discovery learning as a teaching strategy on students' motivation in teaching Biology. 20 8th grade students took part in this exploration in a primary school in Solin. The students' motivation in teaching biology was explored using survey sampling before and after the intervention. The results show a positive influence of this teaching strategy on students' motivation and activity. Students were more active during classes, mostly because of the way they were learning, taking part in group work and presenting practical work. The acquired knowledge through discovery learning was rated as being excellent by 13 in 20 students. Even though this form of work requires more time for planning teaching, teachers should apply it as often as possible in teaching due to the given values.

Keywords: *discovery learning, motivation, students' activity, 8th grade (age 14)*

IZRADA FOTOHERBARIJA: POTICANJE SVIJESTI UČENIKA O BILJKAMA

Jelena Barbarić – Gaćina, Martina Perić

Prirodoslovno – grafička škola, Perivoj Vladimira Nazora 3, Zadar
jelena.gacina@zd.t-com.hr

SAŽETAK

Iza projekta pod nazivom Zelene ulice našeg grada, pokrenutog u Prirodoslovno – grafičkoj školi u Zadru, krije se fotoherbarij. U fotoherbariju se, umjesto sušenih biljnih primjeraka, sakupljaju fotografije biljaka. Osnovna ideja je da učenici fotografiraju biljke po ulicama, parkovima i vrtovima rodnog grada pomoću fotoaparata ili smartphonea. Nakon toga određuje se rod i vrsta biljke, a onda se fotografije biljaka s pripadajućim podacima postavljaju u fotogaleriju po datumu fotografiranja. Svakoj se biljci pridružuje lokacija, tako da se na karti Zadra postavlja točkica na mjestu gdje je biljka fotografirana. Postavljanje fotografija na zemljopisnu kartu u sklopu web stranice škole, pretvara fotografije biljaka u značajnu bazu podataka koja je putem interneta dostupna svima. Izrada fotoherbarija u nastavi biologije izlazi iz okvira tradicionalne nastave, a njegova je vrijednost u poticanju učenika da kroz fotografiranje upoznaju svijet oko sebe, u ovom slučaju biljni svijet, jer su upravo biljke u najmanjem fokusu učeničke pažnje. Osim toga, pri izradi fotoherbarija integrira se nastava biologije s nastavom grafičke grupe predmeta.

Ključne riječi: fotoherbarij, integrirana nastava, biologija, grafika

UVOD

Djeca danas od najranije dobi puno vremena provode gledajući u različite zaslone – kompjutera, televizije ili pametnih telefona. Upravo brzi razvoj novih tehnologija zahtijeva primjenu novih modela učenja. Sve se više oslanjamo na vizualne metode poučavanja pri čemu se koriste digitalne fotografije, slike i dijagrami (Norflus, 2012). Učenicima su putem tehnologije i interneta dostupne različite informacije, pa oni uče gledajući u ekrane, a ne u okoliš koji ih okružuje. Nije neobično da učenici prepoznaju neku egzotičnu životinju ili tropsku biljku, a ne znaju vrste koje se nalaze oko njih (Paukkunen i sur., 2010). Budući da su od svega u prirodi učenicima biljke najmanje zanimljive (Babaian i sur., 2011), postavlja se pitanje kako potaknuti učenike da počnu gledati svijet oko sebe, i to biljni svijet? Naš pristup tome je izrada fotoherbarija. Fotoherbarij je moderan oblik herbarijske zbirke u kojem se sakupljaju fotografije biljnih primjeraka. Za razliku od herbarija, koji podrazumijeva sakupljanje i sušenje biljaka koje se čuvaju, fotoherbarij se može koristiti za dokumentiranje flore bez prikupljanja uzoraka. Premda u većini slučajeva prikupljanje biljaka za herbarij nije toliko da bi ugrozilo biološku raznolikost, fotoherbarij predstavlja neinvazivni način upoznavanja s florom. Mnogi učenici tijekom školovanja izrađuju herbarij u osnovnoj školi (najčešće 6. razred), rjeđe u srednjoj školi i pri tome se fotografiranje koristilo uglavnom za rijetke i ugrožene biljke (Kletečki i sur., 2013).

Motiv je bio izraditi virtualni herbarij koristeći fotografije biljaka s područja grada Zadra kroz integraciju biologije i grafike. Svrha izrade fotoherbarija bila je potaknuti svjesnost učenika o biljkama. Na ovom projektu učenici su mogli primijeniti znanja i vještine stečene na biologiji i grafičkoj tehnologiji. Fotografiranjem biljaka na terenu učenici upoznaju svijet oko sebe i upoznaju neke karakteristične vrste koje se nalaze u njihovom okruženju, a nakon toga se znanje učenika provjerava testovima.

MATERIJALI I METODE

U Prirodoslovno grafičkoj školi Zadar u travnju 2016. godine započeli smo s izradom fotoherbarija. Prvi korak u izradi fotoherbarija je prikupljanje fotografija biljaka (Slika 1.). Fotografije učenici fotografiraju pomoću pametnih telefona ili fotoaparata, samostalno u slobodno vrijeme ili na terenskoj nastavi.

Terenska je nastava odrađena u Parku Vladimira Nazora koji se nalazi u neposrednoj blizini zgrade naše škole. Na terenu za učenike su osmišljeni zadaci poput fotografiranja proljetnica nakon čega učenici nabrajaju proljetnice i razloge ugroženosti proljetnica te raspravljaju o tome smiju li se proljetnice brati. Drugi zadatak bio je traženje biljaka i fotografiranje istih na temelju karakterističnih oblika listova (ginko, lipa, hrast medunac). Treći je zadatak obuhvaćao fotografiranje bršljana uz opis njegova staništa, nakon čega je uslijedila rasprava učenika o uvjetima koje bršljan treba za život. Ako učenici uoče nešto zanimljivo, oni to mogu fotografirati i o tome se kasnije informirati; npr. na prvoj terenskoj nastavi naišli su na osu šiškaricu pa ih je zanimalo što je to.

Nakon odabira fotografija i determinacije biljaka (Domac, 1967; Nikolić, 2017) učenici smjera Medijski tehničar obrađuju fotografirane biljke na nastavi fotografije u programu *Adobe Photoshop*, koji je sastavni dio njihova programa. Sljedeći je korak izrada etiketa koje idu uz fotografije, na kojoj su podaci o porodici, rodu, vrsti, datumu i lokaciji fotografirane biljke. Na kraju slijedi postavljanje fotografija na Web (www.pgszd.hr), što je korak u kojem, za sada, učenici još nisu aktivno sudjelovali. Shema na Slici 1. prikazuje integraciju biologije i grafike u koracima potrebnim za izradu fotoherbarija.

U testiranje su uključeni učenici 1 d razreda (2016/2017), smjer medijski tehničar i web dizajner, Prirodoslovno-grafičke škole. Oni su eksperimentalna skupina koja je sudjelovala na terenskoj nastavi u Parku Vladimira Nazora i u izradi fotoherbarija. Kontrolna skupina su učenici 1 c razreda (2016/2017) Ekonomsko – birotehničke i trgovačke škole Zadar. Ukupno je anketirano 40 učenika, u oba razreda po 20 učenika. Na terenskoj nastavi učenici su dobili radne listiće sa zadacima, koji su podijeljeni u pet dijelova.

Ovisno o terminu izvođenja terenske nastave zadaci se mijenjaju npr. u proljeće učenici fotografiraju proljetnice. Učenici su bili podijeljeni u pet grupa po četiri učenika. Svaki učenik rješava svoj radni listić, ali se dogovaraju kod odgovora na neka pitanja, što je naznačeno u listiću. Na kraju svaka grupa prezentira svoje odgovore. Nakon terenske nastave i eksperimentalna i kontrolna skupina učenika riješili su pisanu provjeru kako bi se utvrdila razlika u mogućnosti prepoznavanja biljaka i njihovih



životnih uvjeta. Očekivano je da će eksperimentalna skupina bolje prepoznati biljke i bolje odgovoriti na pitanja.

REZULTATI

Na stranicama Prirodoslovno – grafičke škole Zadar nalazi se link pod nazivom Zelene ulice našeg grada – fotoherbarij (www.pgszd.hr), koji sadrži 54 fotografije biljaka. Sastoji se od naslovne stranice s galerijom i lokacijom. Fotografije u galeriji fotoherbarija posložene su po mjesecima (datumu fotografiranja). Svaka fotografija ima pripadajuću etiketu. U herbarijskim zbirkama etikete se postavljaju u donji desni kut, a ako to nije moguće etiketa se može staviti i na drugo mjesto (Nikolić, 1996). Većina etiketa u fotoherbariju postavljena je u donji desni kut, ali zbog specifičnosti korištenog medija, fotografije, ponekad je etiketa postavljena s lijeve strane kako bi se dobila bolja vidljivost fotografirane biljke ili jednostavno bolja preglednost fotografije. Pokraj galerije se nalaze mjeseci i godine, a klikom na pojedini mjesec otvara se novi prozor s fotografijama biljaka fotografiranim u tom mjesecu. Osim galerije s fotografijama biljaka, fotoherbarij sadrži i lokacije – interaktivnu kartu grada Zadra na kojoj su zelenim točkama označene lokacije gdje su fotografije slikane. Klikom miša na zelenu točku otvara se prozor s fotografijom koja je snimljena na tom mjestu zajedno sa svim pripadajućim podacima. Postavljanje fotografija na zemljopisnu kartu u sklopu web stranice škole pretvara fotografije biljaka u značajnu bazu podataka koja je na internetu dostupna učenicima, ali i svima zainteresiranim. Fotografije u galeriji fotoherbarija posložene su po mjesecima pa učenici lakše mogu uočiti koje se biljke nalaze u prirodi u određenom periodu.

U svrhu utvrđivanja razlika u prepoznavanju biljaka i uočavanju njihovih karakteristika između kontrolne i eksperimentalne skupine učenika, provedena je pismena provjera. Zadaci u kojima učenici trebaju prepoznati lipu, ginko i hrast medunac pomoću oblika listova i prepoznavanje bršljana pomoću fotografije dali su sljedeće rezultate: u 1. de razredu 85% učenika je točno odgovorilo na oba pitanja, a u 1. c 70% učenika je prepoznalo lipu, ginko i hrast medunac na osnovu oblika listova, a 55% učenika je prepoznalo bršljan pomoću priložene fotografije. U zadatku u kojem učenici trebaju odrediti uvjete u kojima bršljan raste točno je odgovorilo 50% učenika eksperimentalne skupine i 25% učenika kontrolne skupine.

U sklopu održavanja manifestacija EKO dana pripremljena je i Izložba fotografija u kojoj se sudjelovali učenici, a veći su udio činile snimke izrađene tijekom terenske nastave za potrebe izrade fotoherbarija (slika 2).



Slika 2 Fotografija učenika L.Š. fotografirana na terenskoj nastavi u travnju na natječaju EKO dana koji se održavaju u našoj školi osvojila je treću nagradu

RASPRAVA

Barbarić – Gaćina, J., Perić, M. 2017. Izrada fotoherbarija: poticanje svijesti učenika o biljkama. Educ. biol. 3, 1, 159-164.

Premda nastavni sadržaji mnogih nastavnih predmeta međusobno koreliraju rijetko dolazi do zajedničke obrade tih sadržaja, osim ako se ne radi o integriranom radnom danu (Ništ, 2014). U literaturi postoje podaci o integraciji biologije s kemijom, geografijom, hrvatskim jezikom, povijesti i TZK (Ništ, 2014; Šarić i sur., 2016), a pri izradi fotoherbarija dolazi do integracije biologije s grafičkom grupom predmeta kao što su: Medijske prezentacije, Medijski projekti, Fotografija, Medijska fotografija i Kreativna fotografija. Radom na fotoherbariju učenici struku povezuju s biologijom, pa pomoću fotografiranja upoznaju svijet oko sebe, i to biljni svijet, a upravo su biljke u najmanjem fokusu učeničke pažnje. Za nastavu biologije važno je koristiti izvornu stvarnost što se najlakše postiže boravkom u prirodi, školskom dvorištu, vrtu ili parku (Prnjavorac, 2016; Šarić i sur., 2016). Stoga je pozitivno što za izradu fotoherbarija učenici borave u prirodi fotografirajući biljke, bilo samostalno ili na terenskoj nastavi.

Fotografiranjem biljaka, uz tehnike fotografiranja, učenici razvijaju vještine promatranja i zapažanja koje čine osnovu za razvoj vještina što omogućuje prirodoznanstveni pogled na svijet (Bajd, 2016). Sljedeća prednost integrirane nastave je vježbanje informatičkih vještina putem obrade snimljenih fotografija koje se postavljaju na WEB, u sklopu predmeta medijski projekti.

Izrada fotoherbarija može učenicima dodatno približiti biljke i potaknuti njihovo zanimanje za biljke, jer se pokazalo da učenici često nisu svjesni biljaka u svom okruženju (Cil, 2015). Ovakav način poticanja učenika da počnu zapažati biljni svijet oko sebe moderniji je oblik usvajanja znanja gdje učenik znanja stječe u direktnom kontaktu s prirodom, pri čemu razvija kreativnost, bolji stav prema prirodi i okolišu u kojem živi, upornost u radu, trajnija znanja (Šarić i sur., 2016; Prnjavorac, 2016). Učenici usvajaju znanja o imenima biljaka, njihovoj upotrebi, njihovom značenju za život na Zemlji. Promatranjem biljaka u njihovom okolišu te uočavanjem sličnosti i razlika učenici se potiču na povezivanje prilagodbi biljaka sa staništem na kojem biljka raste, ali postaju i svjesni raznolikosti živog svijeta (Bajd, 2016). Do sada provedeno istraživanje, u sklopu izrade fotoherbarija, na 40 učenika pokazalo je da učenici koji su bili na terenskoj nastavi i sudjelovali u izradi fotoherbarija imaju bolje rezultate u prepoznavanju biljaka i povezivanju s uvjetima u kojima rastu.

Dobra fotografija biljke, osim ako se ne provodi neko istraživanje na biljci, može biti bolji izbor od sušenog primjerka za prepoznavanje biljke, naročito učenicima (Stern i sur., 2003). Na ovaj način učenici će upoznati različite vrste biljaka koje rastu u njihovom kraju, moći će ih raspoznati i znati njihove značajke. Osim toga, razvija se pozitivan odnos prema biljkama općenito, što se vidi iz činjenice da su učenici prilikom fotografiranja pazili da ne gaze po biljkama.

ZAKLJUČAK

Izrada fotoherbarija može pomoći pri izgradnji pozitivnog stava prema očuvanju okoliša, ali i pri upoznavanju prostora u kojem učenici žive, što pokazuju rezultati provedenog testiranja. Učenici koji su bili na terenu i sudjelovali u izradi fotoherbarija imaju bolje rezultate u prepoznavanju biljaka koje ih okružuju.

Jedan od budućih ciljeva je obogatiti naš fotoherbarij većim brojem fotografija biljaka, uz pokušaj integracije što većeg broja predmeta uz biologiju i grafičku grupu predmeta.

METODIČKI ZNAČAJ

Izradom fotoherbarija učenici upoznaju različite vrste biljaka koje rastu u njihovom kraju, mogu ih prepoznati i razlikovati njihove značajke. Osim toga, razvija se pozitivan odnos prema biljkama kao živim bićima i potiče svijest o potrebi zaštite flore i na lokalnoj razini, kao i osobne odgovornosti svakog pojedinca vezanoj uz posljedice odnosa čovjeka prema prirodi.

LITERATURA

- Babaian, C., Twigg, P. 2011. The Power of Plants: Introducing Ethnobotany & Biophilia into Your Biology Class, *The American Biology Teacher*, 73, 4, 217-221.
- Bajd, B. 2016. Jednostvani biološki ključevi, *Educatio Biologiae*, 2, 91-100.
- Ci, I.E. 2015. Integrating Botany with Chemistry and Art to Improve Elementary School Children's Awareness of Plants, *The American Biology Teacher*, 77, 5.
- Domac, R. 1967. Ekskurzijska flora Hrvatske i susjednih područja, Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu, Medicinska naklada, Zagreb
- Kletečki, N., Razlog-Grlica, J. 2013. Herbarij u nastavi prirode u 6. razredu osnovne škole, 4. Hrvatski botanički simpozij, Split
- Nikolić, T. 1996. Herbarijski priručnik, Školska knjiga, Zagreb
- Nikolić, T. ur. 2017. Flora Croatica Database. On line URL: <http://hirc.botanic.hr/fcd>. Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, sveučilište u Zagrebu
- Niš, M. 2014. Primjer unapređivanja nastave biologije i nastave ostalih predmeta suradnjom učitelja različitih struka. *Educatio Biologiae* 1, 97-99.
- Norflus, F. 2012. Using Digital Photography to Supplement Learning of Biotechnology, *The American Biology Teacher*, 74, 4, 232-236.
- Paukkunen, T., Ahlberg, M. 2010. Creating digital herbarium in primary school using own photos, Naturegate online service and camptools, Concept Maps: Making Learning Meaningful, Fourth International Conference on Concept Mapping, Chile
- Prnjavorac, J. 2016. Uloga školskog dvorišta u nastavi prirode i biologije, *Educatio Biologiae*, 2, 101-114.
- Stern, K.R., Jansky, S., Bidlack, J.E. 2003. *Introductory Plant Biology*, McGraw Hill
- Šarić, L., Varga, M. 2016. Integrirana projektna terenska nastava na obroncima Medvednice, *Educatio Biologiae*, 2, 132-138.

MAKING PHOTO HERBARIUM FOR RAISING AWARENESS OF STUDENTS ABOUT PLANTS

Jelena Barbarić – Gaćina i Martina Perić

Science-graphics school, Vladimir Nazor Park 3, Zadar

jelena.gacina@zd.t-com.hr

ABSTRACT

There is a photoherbarium hidden behind the project Green streets of our town started in Prirodoslovno-grafička škola Zadar. Instead of dry plant samples, in the photoherbarium the photos of plants are collected. The basic idea is that students take photos of various plants they can find in the streets, parks and gardens of their native town using cameras or smartphones. Next step is determining the sort and kind of each plant and after that the photos of the plants with the appropriate data are placed in the photo gallery according to the date the photo was taken. A dot (mark) is put on the map of Zadar for each plant, so they get its precise location. Marking each location on the map of Zadar and then placing it on the web pages of the school, turns the plant photos into the data base accessible to everyone.

This project, incorporated into biology tuition, surpasses the traditional frames of teaching methods and its major purpose is encouraging the students to get aware of the surrounding plant world by searching and taking photos of the plants that normally don't catch their attention. On the other hand, the process of making photoherbarium integrates biology tuition with the tuition of graphics group of subjects.

Keywords: *photo herbarium, integrated tuition, biology, graphics*

MOGUĆNOSTI PRIMJENE MOBILNIH APLIKACIJA U NASTAVI PRIRODE I BIOLOGIJE

Ivanka Podrug

Osnovna škola Mertojak, Split
podrug.ivanka@yahoo.com

SAŽETAK

Implementacija ICT-a u obrazovanju današnjih generacija, tzv. digitalnih urođenika, je ključan faktor u procesu njihovog osposobljavanja za samostalan život i učenje u suvremenom dobu. Nažalost, svjedoci smo loše tehnološke opremljenosti hrvatskih škola zbog čega primjena ICT-a u nastavi nije česta pojava. Stoga je cilj ovog rada bio istražiti mogućnosti primjene besplatnih mobilnih aplikacija dostupnih na Google play digitalnom servisu, istražiti primjenu aplikacije PlantNet Plant Identification na terenskoj nastavi iz prirode u 6. razredu osnovne škole te u okviru nastavne cjeline Primorske vazdazelenelne šume te istražiti utjecaj korištenja pametnih telefona u nastavi na angažman i motivaciju učenika. Pretraživanjem Google Play digitalnog servisa pronađeno je 6 mobilnih aplikacija za koje se smatra da su prikladne za rad s učenicima u osnovnoj školi u nastavi prirode i biologije. Jedna od aplikacija, PlantNet Plant Identification, testirana je u radu s učenicima na terenskoj nastavi iz prirode. U istraživanju je sudjelovao 51 učenik 6 razreda. Pokazalo se kako učenici sjajno prihvaćaju i jako se dobro snalaze u m-učenju.

Ključne riječi: *ICT, mobilne aplikacije u nastavi, m-učenje, terenska nastava*

UVOD

U suvremenom svijetu gotovo je nemoguće zamisliti život bez računalne tehnologije. Informacijsko-komunikacijska tehnologija (ICT) utječe na sve sfere čovjekove današnjice zbog čega sa sigurnošću možemo tvrditi kako će još snažnije utjecati i na njegovu budućnost. Iz navedenih razloga, jako je važno sadašnje i buduće generacije pripremiti za ICT (Delić, 2008). Kako bi uspjeli u tom naumu i pripremili učenike za život u suvremenom dobu, ICT je potrebno implementirati u odgojno-obrazovni proces te na taj način omogućiti njegovo pravilno i uspješno primjenjivanje u svim oblicima učenja (Kostović-Vranješ i sur., 2015). Zbog velike zastupljenosti tradicionalne nastave u hrvatskim školama, kao i nedovoljne uporabe ICT-a s ciljem razvijanja digitalne kulture učenika, učiteljima je potrebno ukazivati na brojne mogućnosti primjene suvremenih tehnologija (Kostović-Vranješ i sur., 2015). U ovom kontekstu, nužno je i dodatno usavršavanje nastavnika jer oni su "digitalni useljenici" u svijetu "digitalnih urođenika" - učenika. Ove pojmove prvi je uveo Marc Prensky 2001. godine, koji učenike još naziva i "izvornim govornicima digitalnog jezika, računala, video igara i interneta" (Nikodem i sur., 2014). Primjena ICT-a u nastavi ima brojne prednosti, stoga njenom osmišljenom implementacijom nastavni proces možemo učiniti dinamičnijim, sadržajnijim i zanimljivijim za učenike. Ovakav oblik nastave, u kombinaciji s ostalim suvremenim metodama, omogućuje razvijanje aktivne nastave (Toroman i Bajramović, 2013). Upotrebom interneta u nastavi učenicima otvaramo nove mogućnosti aktivnog učenja u kojem oni kao istraživači preuzimaju odgovornost za vlastito učenje što za posljedicu ima češći doživljaj uspjeha, jačanje samopoštovanja, razvoj kompetencija i pozitivnih stavova prema učenju i školi (Lukša i sur., 2014). Kako većina hrvatskih škola nema dovoljno novca za adekvatno opremanje učionica računalima, implementacija ICT-a u nastavi prirode i biologije može se provoditi korištenjem pametnih telefona (smarthphone), što se u literaturi može pronaći i pod nazivom m-učenje (m-learning, mobile learning). Koncept m-učenja podrazumijeva korištenje mobilne tehnologije u obrazovanju (Gedik i sur., 2011). S obzirom da pametni telefoni omogućavaju

pristup informacijama bilo gdje u svijetu, njihovom primjenom nastava nije ograničena samo na učionicu što dodatno može pospješiti angažman i motivaciju kod učenika.

Pametni telefoni i mobilne aplikacije

Pametni telefon je mobilni uređaj koji ima osobine osobnog digitalnog asistenta (PDA) i mobilnog telefona. Današnje modele možemo opisati kao male multimedijske uređaje. Sadrže kamere, ekrane osjetljive na dodir, pristup internetu, GPS navigaciju, Wi-Fi i brojne druge mogućnosti što omogućuje njihovu široku primjenu u svakodnevnom životu. Mobilna aplikacija se može definirati kao vrsta aplikacije ili softver dizajniran za rad na mobilnim uređajima poput pametnog telefona koja omogućuju korisnicima izvršavanje jednog ili više zadataka.

Mobilne aplikacije danas bilježe stalan rast preuzimanja u različitim područjima zabave, informiranja i svakodnevnog poslovanja. Glavni razlozi su dostupnost (jednostavne su za instalaciju i često besplatne), neprestano jačanje bežične mreže i procesne snage uređaja kojima su namijenjeni (dlanovnici i pametni telefoni) te jednostavnost korisničkog sučelja (ekrani osjetljivi na dodir). Uslijed naglog razvoja mobilnih uređaja, mobilne aplikacije postaju sve bitniji dio tržišta softvera pri čemu se uočavaju određene svjetske smjernice u područjima njihove primjene u obrazovanju (Blašković i sur., 2016).

Primjena pametnih telefona u obrazovanju (m-učenje)

Istraživanje Lukše i sur. (2014) o primjeni ICT-a u nastavi prirode i društva pokazuje kako 71% ispitanika ne koristi računalo na nastavi PID. Istraživanje ukazuje i na podatak kako je samo 4% učionica opremljeno računalom i LCD projektorom. 50% ispitanika smatra da dovoljno koristi obrazovnu tehnologiju u nastavi dok preostala polovica kao razlog ne korištenja uglavnom navodi nedovoljnu opremljenost škola (84%). Istraživanje Kostović-Vranješ (2012) o korištenju ICT-a u nastavi biologije u srednjoj školi daje slične rezultate. Istraživanje, provedeno među studentima biologije i kemije te biologije i ekologije mora, pokazuje kako se oko 66% ispitanika nikad nije susrelo s ICT-om tijekom svog srednjoškolskog obrazovanja. Kao jedan od najvjerojatnijih razloga takve statistike, između ostalih, autorica navodi i nespecijalizirane i neopremljene učionice.

Tehnologija pametnih telefona je najčešće korištena ICT današnjice. Skoro svako dijete u školi ima svoj mobilni telefon zbog čega njihova upotreba u nastavi otvara brojne mogućnosti u poučavanju, kako za nastavnike tako i za učenike. Njihovim korištenjem, na jednostavan i besplatan način, zaobilazimo prepreku "nedovoljno opremljenih učionica" za primjenu ICT-a u nastavi. Također, korištenje osobnih pametnih telefona učenika u nastavi olakšava realizaciju projekta s obzirom da se učenici njima mogu koristiti bez prethodne edukacije (Gedik i sur., 2011). Osim toga, danas kada učenici sve više gube interes za učenje, potrebno je osmisliti nove moderne pristupe u poučavanju (Aina, 2013) uz pomoć kojih ćemo im pobuditi znatiželju i zanimanje za predmet poučavanja.

Primjenom m-učenja kod učenika kod učenika razvijamo sposobnost samostalnog učenja (Chen i sur., 2003, 2004), te ih osposobljavamo za život u digitalnom dobu.

Kao razlog nedovoljne zastupljenosti ICT-a u nastavi prirode i biologije često se navodi nedovoljna opremljenost učionica. Nadalje, programi koji se koriste u obrazovanju najčešće treba razvijati od strane predmetnih i informatičkih stručnjaka, što također zahtjeva novac. Kako postoji niz mogućnosti da se ICT implementira u nastavi i bez većih ulaganja, ciljevi ovog rada su:

- Istražiti mogućnosti primjene besplatnih mobilnih aplikacija pretraživanjem Google Play digitalnog servisa u nastavi prirode i biologije u osnovnoj školi.
- Istražiti mogućnosti primjene aplikacije PlantNet Plant Identification na terenskoj nastavi iz prirode u 6. razredu osnovne škole u okviru nastavne cjeline Primorske vazdazelene šume.
- Istražiti utjecaj korištenja pametnih telefona u nastavi na angažman i motivaciju učenika.

MATERIJALI I METODE

Unošenjem ključnih bioloških pojmova u tražilicu Google play digitalnog servisa pretražena je njegova baza podataka. Pronađene aplikacije su instalirane na pametni telefon, nakon čega su pregledane njihove mogućnosti. U ovom radu su opisane one aplikacije za koje se smatra da bi učenicima osnovnoškolskog uzrasta mogle olakšati usvajanje nastavnog gradiva iz prirode i biologije.

Jedna od pronađenih aplikacija, PlantNet Plant Identification, je ispitana u radu s učenicima na terenskoj nastavi iz prirode u okviru nastavne cjeline Primorske vazdazelene šume. Istraživanje je provedeno 2015./2016. školske godine. U istraživanju su sudjelovali učenici dvaju šestih razreda (ukupno 51 učenik; 24 djevojčice i 26 dječaka) Osnovne škole Mertojak u Splitu. Učenici su prethodno obavješteni da preuzmu aplikaciju s Google play digitalnog servisa. S obzirom da pametne telefone koriste u svakodnevnom životu, upoznati su s aplikacijom Google play stoga im njeno preuzimanje i instalacija na vlastite pametne telefone nije predstavljala nikakav problem. Učenici su s radom aplikacije upoznati neposredno prije početka terenske nastave. Objašnjena im je svrha same aplikacije kao i postupak rada u njoj, odnosno, način na koji način je potrebno fotografirati biljke te kako fotografije koristiti u aplikaciji. Terenska nastava se odvijala na način da je nastavnica učenicima skretala pozornost na biljke od interesa, nakon čega bi uslijedio postupak identifikacije uz pomoć aplikacije na pametnim telefonima.

Angažman i motivacija učenika prilikom korištenja pametnih telefona i aplikacije PlantNet Plant Identification procjenjena je na temelju bilježenja reakcija učenika i učničkih ocjena po završetku terenske nastave lijepljenjem smješkića na ploču.

REZULTATI

Pregled besplatnih mobilnih aplikacija koje se mogu koristiti u nastavi prirode i biologije u osnovnoj školi

Pretraživanjem Google play digitalnog servisa pronađeno je 6 besplatnih mobilnih aplikacija koje bi mogle pronaći svoju primjenu u nastavi prirode i biologije u osnovnoj školi. Samo jedna od aplikacija zahtjeva upotrebu wi-fi bežične mreže, dok su ostale simulacijske prirode. Pretraživanjem je ustanovljeno kako ponuda mobilnih aplikacija za navedene nastavne predmete na hrvatskoj jeziku ne postoji. Aplikacije koje su opisane u ovom radu su na engleskom jeziku što učenicima ne bi trebalo predstavljati problem s obzirom da engleski jezik uče od početka osnovnoškolskog obrazovanja te da se s njim svakodnevno koriste u radu s računalom i pametnim telefonima. Pregledom Google Play digitalnog servisa može se pronaći velik broj dostupnih mobilnih aplikacija primjenjivih u nastavi prirode i biologije, međutim samo neke od njih su pogodne za učenike osnovnih škola. Aplikacije su većinom namijenjene učenicima srednjih škola te za visoko obrazovanje. Vjerojatni razlozi takvog stanja su relativno malen broj potencijalnih korisnika koji bi opravdali komercijalni razvoj aplikacija. U ovom radu opisano je šest aplikacija koje se mogu koristiti u nastavi prirode i biologije u osnovnoj školi: Cell World, Biology Mitosis & Meiosis, 3D Bones and Organs (Anatomy), Bacteria Interactive 3D, Smart Histology Lite te PlantNet Plant Identification. Sve aplikacije se mogu pronaći na Google Play

digitalnom servisu jednostavnim unošenjem njihovih naziva u tražilicu. Zbog sličnih naziva brojnih aplikacija koje servis nudi, na slici 1 su izdvojeni njihovi logotipovi.



Slika 1 Logotipovi mobilnih aplikacija koje se mogu koristiti u nastavi prirode i biologije u osnovnoj školi: Cell World, Biology Mitosis & Meiosis, 3D Bones and Organs (Anatomy), Bacteria Interactive 3D, Smart Histology Lite, PlantNet Plant Identification

Mobilna aplikacija "Cell World"

Aplikacija Cell world omogućuje istraživanje ljudske stanice, točnije njene unutarnje građe. 3D model stanice učenicima omogućuje "osjetiti" kretanje stanične membrane, ulazak u stanicu i putovanje do pojedinog organela (citoplazmu, jezgru, kromosome, centrosome, lizosome, mitohondrije, ribosome, glatki i hrapavi endoplazmatski retikulum, Golgijevo tijelo). Dodirom pojedinog staničnog organela učenik otkriva detalje o njegovoj građi i uloji u pisanom i audio zapisu (slika 2). Model stanice se dodirom na ekran može rotirati, uvećavati i smanjivati. Aplikacija je pogodna za učenike petih i sedmih razreda pri usvajanju nastavne jedinice Stanica.



Slika 2 Mobilna aplikacija Cell World. Dodirom pojedinog staničnog organela učenici mogu otkriti njegovu ulogu u stanici

Mobilna aplikacija Biology Mitosis & Meiosis

Aplikacija Biology Mitosis & Meiosis sadrži četiri modula (slika 3a): Chromosomes & Karyotypes (kromosomi i kariotip), Mitosis (mitoza), Meiosis (mejoza), Binary Fission (binarna dioba). Svaki modul učenika vodi kroz temu u tri stupnja (slika 3b): 1. Learn (učenje) u kojem se stupnju učenik upoznaje s temom kroz animirani vodič; 2. Interactions (interakcija) koji učeniku, putem interaktivnog 3D sučelja, omogućuje "sudjelovanje" u samom procesu kroz koji ga vodi program navodeći ga na idući korak (slika 3c); te 3. Test, odnosno, kviz u kojem učenik provjerava svoje znanje. Rezultat se može dijeliti s ostalim učenicima ili učiteljem (slika 3d). Aplikacija je pogodna za učenike 7. i 8. razreda pri usvajanju nastavne jedinice Stanične diobe i Roditelji i potomci.

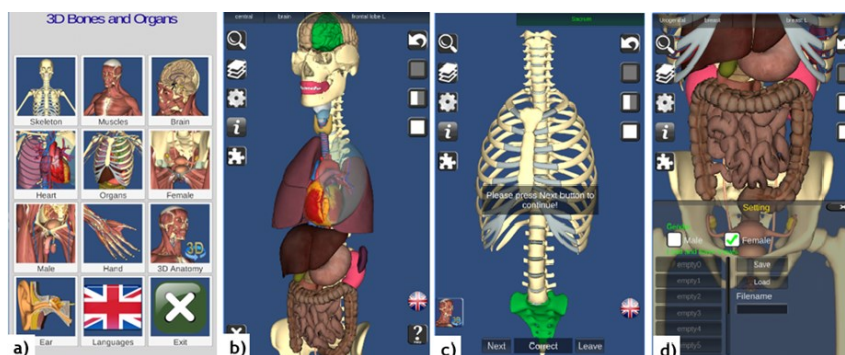


Slika 3 Mobilna aplikacija Biology Mitosis & Meiosis. a) Izgled glavnog izbornika aplikacije. b) Odabir stupnja učenja. c) Prikaz sučelja aplikacije prilikom učenja kroz Interakciju. d) Prikaz sučelja aplikacije kod provjere znanja putem kviza

Mobilna aplikacija 3D Bones and Organs (Anatomy)

Besplatna 3D aplikacija 3D Bones and Organs (Anatomy) jednostavna je za upravljanje i pogodna za učenje anatomije i istraživanje ljudskog tijela. Temelji se na naprednom interaktivnom 3D *touch* sučelju zbog kojeg je moguća rotacija modela u svim kutevima, kao i njihovo povećanje i smanjivanje. Aplikacija nudi i mogućnost "uklanjanja slojeva", točnije mišića i pojedinih organa kako bi se istražilo što se nalazi u njihovoj pozadini. Na ovaj način učenik vrlo precizno može upoznati položaj pojedinih organa u odnosu na kosti i druge organe. Učenici mogu i provjeriti stečeno znanje uporabom aplikacije putem kviza. Sadrži većinu organa i organskih sustava s kojima se učenici upoznaju u 8. razredu osnovne škole: Skeleton (kostrur), Ligaments (ligamenti), Respiratory system (dišni sustav), Digestive system (probavni sustav), Circulation - heart (srce), Nervous system (živčani sustav), Reproductive system (spolni sustav muškarca i žene), Urinary system (mokraćni sustav), Ear (uho).

Pokretanjem aplikacije, učeniku se odmah ponudi da odabere jedan od organa ili organskih sustava (slika 4a). Aplikacija može prikazivati jedan organski sustav ili više njih odjednom (slika 4b). Označavanjem pojedinog sustava na izborniku ispod 3D modela uklanjaju se odabrani organi što olakšava lakše razumijevanje i poznavanje njihovog položaja u tijelu (slika 4c). Kod svih organskih sustava, što je posebno korisno za spolni sustav, aplikacija nudi opciju odabira spola čovjeka. Na ovaj način učenici vrlo jednostavno mogu usvojiti razliku u građi muškaraca i žena. (slika 4d).



Slika 4 Mobilna aplikacija 3D Bones and Organs (Anatomy). a) Izgled glavnog izbornika aplikacije. b) Prikaz svih organa i organskih sustava koje aplikacija omogućuje. c) Uklanjanje organa u aplikaciji se vrši jednostavnim dodirom pojedinog organa. d) Odabirom pojedinog spola aplikacija omogućuje usporedbu građe tijela kod žena i muškaraca

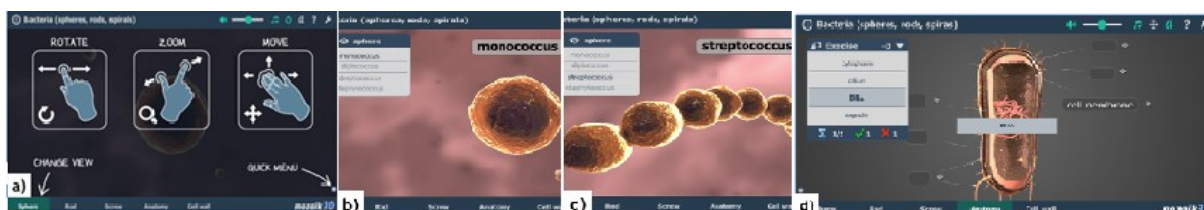
Mobilna aplikacija Bacteria Interactive 3D

Bakterije postoje u velikom broju oblika koje generalno možemo podijeliti na kuglaste, štapičaste i spiralne bakterije. Pomoću Bacteria interaktivne 3D animacije, učenici mogu istražiti sve oblike bakterija. Njihovom rotacijom i povećanjem modela na vrlo jednostavan način učenici upoznaju njihovu građu koja im pod mikroskopom nije tako dobro vidljiva. Većina 3D scena je popraćena i kratkim opisom onog što se istražuje.

Za razliku od video animacija, interaktivna tehnologija potiče učenika na sudjelovanje u samom procesu istraživanja i otkrivanja.

Odmah po ulasku u aplikaciju, učenik dobiva kratke upute vezano za rukovanje istom. Izbornik se nalazi na donjem dijelu ekrana koji nudi opciju odabira tri bakterijska oblika: koke (Sphere) (slika 5b, 5c), bacile (Rod) i spirile (Spiral), unutarnju građu bakterije (Structure/Anatomy) (slika 5d), građu staničnog zida (Cell wall), kviza za provjeru znanja te kratkog animacijskog predavanja na temu

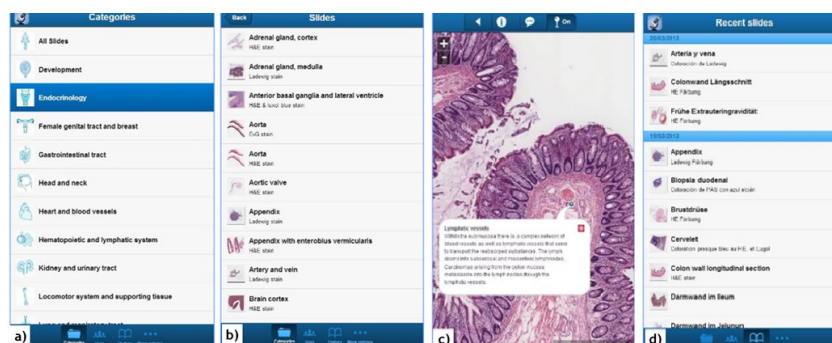
bakterija (slika 5a). Aplikacija je pogodna za učenike 7. razreda pri usvajanju nastavne jedinice Bakterije.



Slika 5 Mobilna aplikacija Bacteria Interactive 3D: 5.a) Upute za korištenje aplikacije i izbornik aplikacije; b) i c) Odabir bakterija kuglastog oblika; d) Unutarnja građa bakterije

Mobilna aplikacija Smart Histology Lite

Aplikacija Smart Histology Lite je izuzetno praktična za učenike i škole koje nisu ili su nedovoljno opremljene opremom za mikroskopiranje. Oponašajući pravi mikroskop, aplikacija na jednostavan način učeniku omogućuje upoznavanje stanične građe pojedinog dijela ljudskog tijela. Mogućnosti aplikacije se mogu nadograditi, ali uz plaćanje. Besplatna verzija sadrži samo po jedan mikroskopski visokorezolucijski histološki preparat po organskom sustavu. Svaki preparat, dodikom na označena područja, nudi tekstualna objašnjenja za pojedine vrste stanica. Mikroskopski preparati dostupni u besplatnoj verziji su (a) muški spolni sustav (Male genital tract) - mikroskopski preparat testisa; (b) osjetila (Sensory Organs) - mikroskopski preparat oka; (c) dišni sustav (Lung and Respiratory tract) - mikroskopski preparat pluća; (d) probavni sustav (Gastrointestinal tract) - mikroskopski preparat debelog crijeva; (e) koža (Skin) - mikroskopski preparat kože s pjegicama; (f) ženski spolni sustav (Female genital tract and breast) - mikroskopski preparat grlića maternice; (g) živčani sustav (Nervous System) - mikroskopski preparat živčanih stanica; (h) sustav organa za izlučivanje (Kidney and urinary tract) - mikroskopski preparat bubrega; (i) sustav za pokretanje (Locomotor system and supporting tissue) - mikroskopski preparat dijela stopala; (j) žlijezde (Endocrinology) - mikroskopski preparat nadbubrežne žlijezde; (k) limfni sustav (Hematopoietic and lymphatic system) - mikroskopski preparat slezene; (l) glava i vrat (Head and neck) - mikroskopski preparat submandibularne žlijezde; (m) razvoj (Development) - mikroskopski preparat epifize u djetinjstvu; te (n) srce i krvne žile (Heart and blood vessels) - mikroskopski preparat aorte. Rad s aplikacijom je vrlo jednostavan. Odmah po ulasku, pojavljuje se glavni izbornik (slika 6a) u kojem učenik može odabrati neki od organskih sustava čovjeka. Odabirom sustava, učenik prelazi na odabir mikroskopskog preparata i mikroskopiranje (slika 6b i 6c). Mikroskopske preparate koje je učenik proučio, aplikacija sprema u Recent slides gdje se oni razvrstaju po datumima mikroskopiranja (slika 6d). Aplikacija je pogodna za učenje anatomije za učenike 8. razreda.



Slika 6 Aplikacija Smart Histology Lite. a) Glavni izbornik aplikacije; b) Izgled aplikacije prilikom odabira mikroskopskog preparata; c) Mikroskopiranje u aplikaciji; d) Popis pregledanih mikroskopskih preparata

Mobilna aplikacija PlantNet Plant Identification

Aplikaciju PlantNet Plant Identification besplatna aplikacija pomaže pri identifikaciji biljnih vrsta s fotografija uz pomoć vizualnog softvera za prepoznavanje. Biljke koje su dobro prikazane u botaničkoj bazi podataka se mogu vrlo lako prepoznati za što je potrebna wi-fi bežična mreža. Aplikacija trenutno sadrži bazu podataka od oko 4100 vrsta biljaka, a broj se povećava i unosima korisnika aplikacije.

Aplikacija je preciznija što je fotografija detaljnija. Naime, pri fotografiranju biljke potrebno je poslikati točno određeni organ (list, cvijet, plod) koji se zatim uspoređuje s fotografijama u bazi podataka. Rukovanje aplikacijom je jednostavno. Na glavnom izborniku korisniku su ponuđena četiri odabira (slika 7a):

1. Explorer (istraživač)

U ovom odjeljku korisnik može istraživati i promatrati biljke u digitalnom obliku. Ukoliko je poznat naziv biljke, ali ne i izgled, jednostavnim unosom njenog imena aplikacija pruža uvid u brojne fotografije tražene biljne vrste (slika 7b).

2. New observation (novo promatranje)

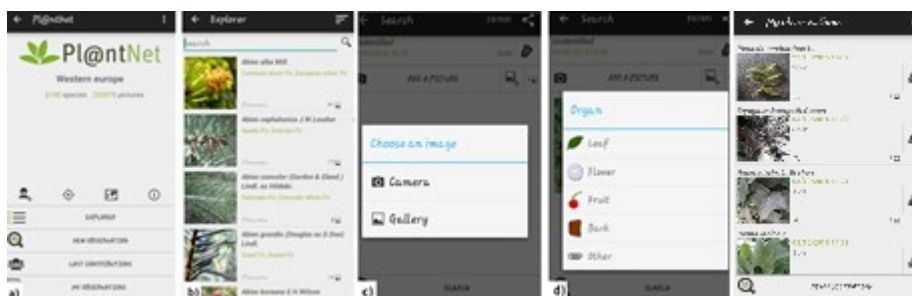
Ukoliko korisnik na temelju fotografije želi odrediti naziv biljke odabire New observation. Aplikacija nudi učitavanje fotografije iz mobilnog uređaja ili trenutno fotografiranje. Nakon unosa fotografije potrebno je odrediti hoće li se baza podataka pretraživati s obzirom na izgled lista, cvijeta, ploda ili kore. Ovisno o kvaliteti fotografije, aplikacija ponudi nekoliko mogućih vrsta, nakon čega ih je potrebno pregledati i odabrati onu ispravnu (slika 7c).

3. Last Contributions (posljednji doprinosi)

Last Contributions nudi pregled nedavno unesenih vrsta u aplikaciju od strane korisnika aplikacije (slika 7e). Takvi unosi se provjeravaju od strane stručnjaka prije nego se njima nadopuni baza podataka.

4. My observations (moja promatranja)

U My observations korisnik ima pregled svih vrsta koje je indentificirao ili pokušao identificirati. Pored svakog pretraživanja vidljiv je datum, vrijeme i lokacija (slika 7d).



Slika 7 Aplikacija PlantNet Plant identification. a) Izgled glavnog izbornika, b) Izgled Explorer-a; c) New observations: unos fotografije u aplikaciju se može vršiti trenutnim fotografiranjem ili unošenjem već postojeće slike iz galerije; d) Odabir kriterija uspoređivanja za identifikaciju vrste; e) Prikaz My observations

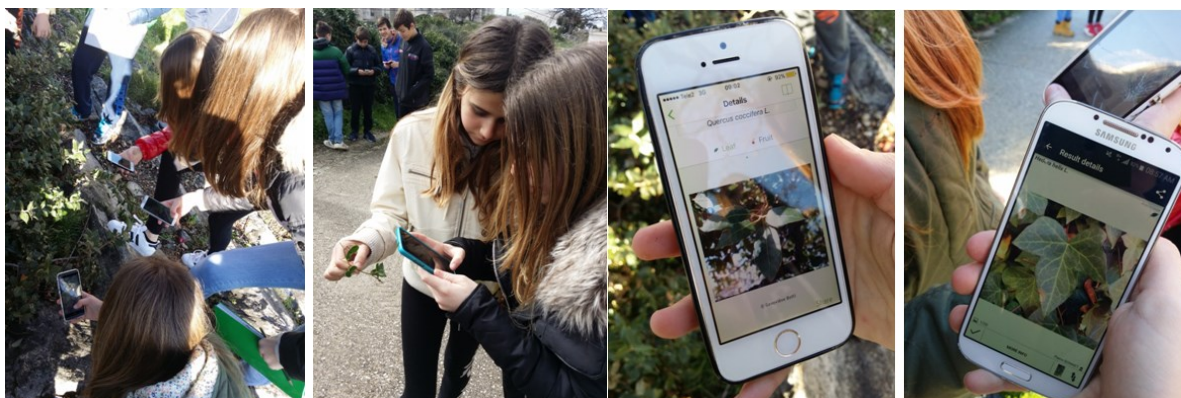
Primjena aplikacije PlantNet Plant Identification na terenskoj nastavi

Za potrebe testiranja primjenjivosti mobilnih aplikacija u nastavi prirode instalirana je aplikacija PlantNet Plant Identification te je korištena s učenicima šestih razreda na terenskoj nastavi iz Prirode u sklopu nastavne cjeline Primorska vazdazeleni šuma. Prethodnu instalaciju aplikacije na svoje pametne telefone učenici su izvršili bez poteškoća.

Cilj terenske nastave bio je identificirati i prikupiti biljke karakteristične za primorske vazdazelenе šume. Uspoređujući svoje fotografije s fotografijama u aplikaciji, učenici su uspješno identificirali sve pronađene biljne vrste od interesa (slika 8).

Uz pomoć aplikacije PlantNet Plant Identification učenici su identificirali i prikupili 11 biljaka: tetivika (*Smilax aspera*), bršljan (*Hedera helix*), tršlja (*Pistacia lentiscus*), mirta (*Myrtus communis*), planika (*Arbutus unedo*), brnista (*Spartium junceum*), šparoga (*Asparagus officinalis*), lavanda (*Lavandula angustifolia*), ružmarin (*Rosmarinus officinalis*), alepski bor (*Pinus halepensis*), hrast oštika (*Quercus coccifera*). Neki od rezultata identifikacije su prikazani na slici 8.

S obzirom da aplikacija sadržava samo latinske nazive biljaka, učenicima osnovnoškolskog uzrasta je bilo potrebno objasniti razlog njihovog korištenja u imenovanju vrsta, nakon čega su uz pomoć učitelja i korištenja priručnika Flora Hrvatske bez poteškoća pronašli hrvatske "prevode".



Slika 8 Rad učenika na terenu s aplikacijom PlantNet Plant Identification

S obzirom da aplikacija radi na osnovu uspoređivanja fotografija, bilo je potrebno nešto više vremena za određivanje biljaka koje nemaju karakterističan oblik lista, odnosno biljaka koje imaju jednostavne cjelovite listove. Kod takvih je biljaka bilo potrebno pregledati sve ponuđene rezultate aplikacije te odrediti o kojoj se vrsti radi. Biljke karakterističnih listova poput bršljana i tetivike aplikacija identificira bez ikakvih poteškoća.

Opažanja nastavnika u radu s aplikacijom i motivacija učenika

U radu s aplikacijom PlantNet Plant Identification na terenskoj nastavi učenici su pokazali i više od očekivanog interesa i angažmana. Digitalni urođenici nisu mogli prikriti radoznalost i uzbuđenje što će napokon na nastavi smijeti koristiti svoj pametni telefon. Pri pokušaju identifikacije prve biljke neki od učenika nisu bili uspješni jer im fotografije nisu bile dovoljno detaljne, zbog čega aplikacija nije pronalazila odgovarajuće rezultate. Drugi nisu uspjeli iz prve zapamtiti korake koje je potrebno izvršiti kako bi učitali svoju fotografiju u bazu podataka. Puni uzbuđenja i s velikom željom da uspješno odrade zadatak, samoinicijativno su se obraćali nastavniku i tražili za pomoć jer "njihova aplikacija ne radi". Učenici kojima je rad s aplikacijom pošao za rukom iz prve, rado su pomagali drugima. Nakon detaljnijih uputa i prvih rezultata, sreća i ponos su bili više nego očigledni. Svi su imali potrebu doći i pokazati svoje rezultate čekajući potvrdu za uspješnom identifikacijom. Šetajući prirodom u potrazi za biljkama od interesa, od prevelikog nestrpljenja da pronađemo drugi zadatak, nerijetko su se čula pitanja poput "trebamo li ovu uslikati?", "a ovu nastavnice?". Učenici koji bi izvršili identifikaciju prije drugih samoinicijativno bi slikavali biljke i za koje nisu dobili upute te im pokušavali pronaći naziv u bazi podataka. Zanimljivo zapažanje je da su se pojedini učenici, koji su na redovnoj nastavi bili

izrazito pasivni i nezainteresirani za predmet, svojim angažmanom istaknuli među inače aktivnim učenicima. Po povratku u učionicu učenici su dobili zadatak da ljepljenjem sretnih, ravnodušnih ili tužnih smješkića na ploču izraze svoje stavove i dojmove o terenskoj nastavi. Od ukupno 51 učenika koji je sudjelovao na terenskoj nastavi, svega 5 učenika izabralo je ravnodušnog smješkića, dok se preostalih 46 učenika odlučilo za njegovu sretnu varijantu.

RASPRAVA

Neki od ciljeva nastave prirode i biologije uključuju poticanje zanimanja učenika za cjelovitost prirode, njezino istraživanje i razumijevanje, stjecanje znanja o osnovnim biološkim zakonitostima, građi i funkcijama živih bića, razvijanje prirodosnanstvenog načina mišljenja, razvijanje spremnosti i odgovornosti za primjenu stečenih znanja u životu (HNOS, 2006). Nezamjenjivu ulogu u ostvarivanju ovih ciljeva u nastavi prirode i biologije ima izvorna stvarnost koja učenicima često nije dostupna. Između ostalih, razlog tome mogu biti nedovoljno opremljene učionice (pr. nedostatak mikroskopa ili mikroskopskih preparata) ili ograničenja školskih nastavnih pomagala (pr. svjetlosni mikroskop nije dovoljan za proučavanje unutarnje građe bakterije). Mikroskopiranjem učenici ne mogu uočiti unutarnju građu bakterija ili promatrati proces mitoze i mejoze. Pretraživanjem Google play digitalnog servisa pronađeno je pet aplikacija koje bi učenicima mogle biti iznimno korisne prilikom usvajanja teških i apstraktnih bioloških pojmova ili procesa te poslužiti kao adekvatna zamjena za izvornu stvarnost: Cell World, Biology Mitosis & Meiosis, 3D Bones and Organs (Anatomy), Bacteria Interactive 3D i Smart Histology Lite. Promatranjem 3D modela, animacija i/ili simulacija koje nude ove aplikacije, učenici mogu kvalitetnije razumjeti biološke strukture, pojmove i/ili procese (Kostović-Vranješ, 2015). Još jedna prednost korištenja ovih aplikacija u nastavi prirode i biologije je njihova interaktivna komponenta. Naime, razvoj tehnologije je omogućio nastanak brojnih kompjuterske simulacija koje bi se učenicima mogle prezentirati putem računala i LCD projektora, ali u tom slučaju učenik bi bio samo pasivni promatrač. Korištenjem interaktivnih mobilnih aplikacija svaki učenik ima priliku aktivno (samostalno ili u skupini) sudjelovati u nastavnom procesu što mu omogućuje stvaranje dugotrajnijih i primjenjivih znanja (Kostović-Vranješ, 2015; Lukša i sur., 2014; Matijević-Radovanović, 2011), dok im samo sudjelovanje u aktivnostima može snažno utjecati na motivaciju i interes za učenje (Bognar i Matijević, 2002).

Pretraživanjem Google play digitalnog servisa pronađena je i aplikacija PlantNet Plant Identification. Aplikacija je dizajnirana s ciljem olakšavanja identifikacije biljnih vrsta, stoga je jedan od ciljeva ovog rada bio ispitivanje njene učinkovitosti te mogućnosti primjene u radu s učenicima osnovnoškolskog uzrasta. Iako su učenici uspješno identificirali 11 biljaka, uočene su neke poteškoće u radu s aplikacijom. Nedostatak aplikacije, s obzirom na uzrast učenika, je što aplikacija nudi samo latinske nazive vrsta. Međutim, učenicima je objašnjen razlog korištenja takvih naziva te su ih uz pomoć nastavnice i korištenja priručnika Flora Hrvatske sve uspješno "preveli" na hrvatski jezik. Također, s obzirom da aplikacija radi na osnovu uspoređivanja fotografija iz vlastite baze podataka, bilo je potrebno nešto više vremena za određivanje biljaka koje nemaju karakterističan oblik lista, odnosno biljaka koje imaju jednostavne cjelovite listove. Kod takvih je identifikacija bilo potrebno pregledati sve ponuđene rezultate koje aplikacija ponudi kako bi se odredilo o kojoj se vrsti zapravo radi. Biljke, primjerice, poput bršljana i tetivike aplikacija identificira bez ikakvih poteškoća. Još jedan nedostatak ovih aplikacija je što su sve na engleskom jeziku. Međutim, u radu s aplikacijom PlantNet Plant Identification se pokazalo kako učenicima engleski jezik ne predstavlja poteškoću pri korištenju iste. Možda će se engleski jezik pokazati kao veća poteškoća u radu s drugim aplikacijama, primjerice, pri

korištenju kviza ili čitanja opisa koje aplikacija nudi, stoga bi se ovakav oblik rada mogao koristiti za ostvarivanje korelacije s engleskim jezikom kakva se sugerira i u HNOS-u (HNOS, 2006).

Kao što je već istaknuto, izvorna stvarnost, pa samim time i terenska nastava ima nezamjenjivu ulogu u nastavi prirode i biologije jer omogućuje učenicima stjecanje znanja neposrednim iskustvom u prirodnom okruženju prirodnina (Kostović-Vranješ, 2015). Također, učenje izvan učionice pozitivno djeluje na motivaciju učenika jer im omogućuje da istražuju, otkrivaju, surađuju i razvijaju kvalitetne međusobne odnose (Lukša i sur., 2014). Međutim, u osobnom radu s učenicima uočeno je kako kod nekih nastavnih tema ni izvanučionička nastava nema posebnog utjecaja na njihovu motivaciju i osobni angažman. Među učenicima je uvriježeno mišljenje kako je botanika uvijek najdosadniji dio u nastavi prirode i biologije, stoga je cilj ovakve terenske nastave bio ispitati hoće li primjena IKT-a na terenu pobuditi interes učenika za prikupljanjem i identifikacijom biljnih vrsta. Iz učeničkih ocjena smješkićima te njihovog angažmanu na terenu, uočeno je kako je korištenje pametnih telefona (koji kod učenika imaju veliku popularnost) u sklopu terenske nastave imalo pozitivne rezultate. Naime, korištenje aplikacije je pokazalo povećanu motivaciju i zadovoljstvo kod učenika kao i uspješnost istraživački usmjerene nastave. U istraživanju koje su provodili Chen i sur. (2003) se pokazalo kako korištenje pametnih telefona na terenskoj nastavi razvija samostalnost u učenju te poboljšava kvalitetu znanja učenika čak i iznad očekivanog.

ZAKLJUČAK

Jedan od zadataka koje suvremeno društvo stavlja ispred današnjih nastavnika zasigurno je pripremiti učenike za život u digitalnom dobu. Bez obzira na tehnološku opremljenost škole, ICT je moguće implementirati u nastavu koristeći pametne telefone učenika te besplatne aplikacije Google Play digitalnog servisa. Mobilne aplikacije poput Cell World, Biology Mitosis & Meiosis, 3D Bones and Organs (Anatomy), Bacteria Interactive 3D, Smart Histology Lite mogu poslužiti kao adekvatna zamjena za izvornu stvarnost u nastavi prirode i biologije, pomoći učenicima u kvalitetnijem razumjevanju kompleksnih bioloških pojmova i procesa te im omogućiti aktivno sudjelovanje u nastavnom procesu. Primjena aplikacije PlantNet Plant Identification na terenskoj nastavi rezultirala je zadovoljstvom i povećanom motivacijom kod učenika.

METODIČKI ZNAČAJ

Današnje generacije učenika ne poznaju život bez računalne tehnologije i pametnih telefona. Nerijetko, one im služe samo za zabavu i razonodu. Korištenjem pametnih telefona u nastavi učenicima ukazujemo na mogućnost njihove korisne i edukativne primjene u svakodnevnom životu i učenju.

LITERATURA

- Aina, J. K. 2013. Effective Teaching and Learning in Science Education through Information and Communication Technology [ICT]. IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME), 2, 5, 43-47.
- Blašković, M., Fumić, M., Urem, F. 2016. Mobilne aplikacije u visokom obrazovanju. 39. međunarodni skup MIPRO 2016 održan 31. svibnja - 3. lipnja 2016. u Opatiji. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/305656850>
- Bognar, L., Marijević, M. 2005. Didaktika. Školska knjiga, Zagreb.
- Chen, Y.-S., Kao, T.-C., Sheu, J.-P. 2003. A Mobile Learning System for Scaffolding Bird Watching Learning. Journal of Computer Assisted Learning, (special issue on "Wireless and Mobile Technologies in Education"), 19, 3, 347-359.
- Chen, Y.-S., Kao, T.-C., Yu, G.-J., Sheu, J.-P. 2004. A Mobile Butterfly-Watching Learning System for Supporting Independent Learning. Proceedings of the The 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04), 11-18.
- Delić, N. 2008. Informaciono - komunikacione tehnologije u obrazovanju. Specijalistički rad. Banja Luka: Panevropski univerzitet Apeiron.

- Gedik, N., Hanci-Karademirci, A., Kursun, E., Cagiltay, K. 2012. Key instructional design issues in a cellular phone-based mobile learning project. *Computers & Education*, 58, 1149–1159.
- Kostović-Vranješ, V. 2012. Suvremena nastava prirodoslovlja. Web predavanje, Filozofski fakultet u Splitu. Preuzeto 17.11.2017 <https://www.ffst.unist.hr/images/50013806/kostovic.prds.pdf>
- Kostović-Vranješ, V. 2015. Metodika nastave predmeta prirodoslovnog područja, Školska knjiga, Zagreb.
- Kostović-Vranješ, V., Bulić, M., Novoselić, D. 2015. Kompetencije učitelja biologije za primjenu informacijsko-komunikacijskih tehnologija u nastavnom procesu. U: Mihaljević N. (ur.). Split: Zbornik radova filozofskog fakulteta u Splitu, 6/7, 15-26.
- Lukša, Ž., Vuk, S., Pongrac, N., Bendelja, D. 2014. Tehnologija u nastavi prirode i društva u osnovnoj školi. *Educatio Biologiae*, 1, 1, 27-35.
- Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. 2014. Terenska nastava prirode i biologije u osnovnoj školi. *Educatio Biologiae*, 1, 1, 69-79.
- Matijević, M., Radovanović, D. 2011. Nastava usmjerena na učenika. *Školske novine*, Zagreb.
- Nikodem, K., Kudek Mirošević, J., Bunjevac Nikodem, S. 2014. Internet i svakodnevne obaveze djece: Analiza povezanosti korištenja interneta i svakodnevnih obaveza zagrebačkih osnovnoškolaca. *Socijalna ekologija*. 23, 3, 211–235.
- Toroman, A., Bajramović, E. (2013): Poboljšanje nastavnog procesa primjenom informaciono-komunikacionih tehnologija. 8. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem KVALITET, 397-402.

POSSIBILITIES OF USING MOBILE APPLICATIONS IN TEACHING BIOLOGY

Ivanka Podrug

Primary school Mertojak, Split

podrug.ivanka@yahoo.com

ABSTRACT

The implementation of ICT in education of today's generations, the so-called digital natives is the key asset in the process of training students for an independent life and learning nowadays. Unfortunately, we are witnesses of ill-equipped Croatian schools and therefore the use of ICT in teaching is not quite common. For this reason the aim of this paper was to examine the possibility of using free mobile applications that are available on Google play digital service, to examine the use of the application PlantNet Plant Identification in field work teaching Biology in 6th grade in Primary schools within the training unit of evergreen forest of Primorje and to examine the influence of smart phones in teaching on the students' employment and motivation. While searching the Google Play digital service, six mobile applications can be found which are considered to be appropriate for working with students in Primary school in Science and Biology. One of these applications, PlantNet Plant Identification, was tested in the work with students in field work in Science. 51 students took part in this research. It appeared that students accepted and coped with m-learning very well.

Keywords: *ICT, mobile applications in teaching, m-learning, field work teaching, 6th grade (age 12)*

PRIMJENA SUVREMENIH NASTAVNIH STRATEGIJA U NASTAVI PRIRODE TIJEKOM REALIZACIJE NASTAVNE JEDINICE SJEMENKA – KLIJANJE

Balažinec Marina

III. Osnovna škola Varaždin

marina.barisic13@gmail.com

SAŽETAK

Suvremena nastava stavlja učenike u središte nastavnog procesa, a cilj joj je podučiti učenike kako primijeniti stečena znanja u životnim situacijama i pripremiti ih na život koji zahtjeva snalažljivost i brzu prilagodbu. Da bi stekli znanje i vještine učenici prije svega trebaju biti motivirani za rad i učenje. U svojoj praksi koristim niz suvremenih nastavnih strategija koje mi pomažu da motiviram učenike i da osmislim zanimljive nastavne satove u kojima će učenici aktivno sudjelovati. Rad pruža prikaz obrade nastavnog sata *Sjemenka-klijanje* u petom razredu osnovne škole uz pomoć nastavnih strategija. U radu su opisane nastavne strategije: *Oluja ideja*, *Proučavanje slučaja* (engl. *Case study*) i *Didaktičke igra*. Tabu s ciljem prenošenja i dijeljenja ideja, iskustva, različitih metoda i strategija obrade nastavnog gradiva među kolegama. Anketnim listićima ispitano je mišljenje učenika o etapi obrade izvedene pomoću nastavne strategije *Proučavanje slučaja*, a rezultati su pokazali da učenike najviše veseli praktični rad, a nastavna strategija *Proučavanje slučaja* u njima budi pozitivne osjećaje što je izuzetno bitno za motivaciju učenika.

Ključne riječi: nastavna strategija *Proučavanje slučaja*, struktura istraživačkog rada, utjecaj strukture tla na zadržavanje vode, motivacija

UVOD

Zbog brzog protoka informacija i njihove dostupnosti uloga nastavnika, škole i učenika znatno se promijenila. Cilj suvremene nastave je otkrivanje i usvajanje znanja koja čine cjeloviti i logičan dosljedni sustav (Tot 2010). Nastavnika više nije jedini izvor informacija nego moderator, voditelj i mentor koji prije svega mora motivirati učenike za sudjelovanje u nastavnom procesu (Bognar i Matijević 2002). Prema nastavnom planu i programu koje je propisalo Ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta (2013) nastava prirode treba potaknuti zanimanje učenika za cjelovitost prirode, za njezino istraživanje i razumijevanje na temelju znanstvenih spoznaja i dostignuća. Poticati zanimanje za opažanje u prirodi, istraživanje i logično zaključivanje o sastavnicama i ustroju živoga svijeta, omogućiti samostalno i točno izvođenje pokusa i praktičnih radova, razvijati i njegovati kritičko mišljenje i zaključivanje na temelju opažanja i pružiti mogućnost za suradničko učenje i navikavanje na zajednički rad. Iz svega navedenog očito je da učenici, kako bi stekli potrebne vještine, moraju biti aktivni sudionici nastavnog procesa, a učitelj oslonac, voditelj i motivator. Bez obzira na nastavni sadržaj od učenika tražim povezivanje, kreativnost i razumjevanje. Tijekom pripreme nastavne jedinice osnovna pitanja koja si postavljam su: Kako motivirati učenike? Kako potaknuti učenike da razmišljaju o tome što rade? Kako pridobiti učenike da budu aktivni i koncentrirani na satu? Kako bih postigla svoje ciljeve u praksi koristim niz suvremenih nastavnih strategija koji mi pomažu da motiviram učenike i da osmislim zanimljive nastavne satove u kojima učenici aktivno sudjeluju. Nastavne strategije obuhvaćaju uporabu niza postupaka, metoda, medija i tehnologija u svrhu ostvarivanja nastavnih ciljeva. Prema Kostović-Vranješ (2015) obzirom na veličinu grupe na koju se primjenjuju, nastavne strategije dijelimo na strategije primjerene:

- radu s velikim skupinama (diskusija, rasprava, predavanje, pitanja s odgovorima),
- radu s malim skupinama (simulacija, seminar, igra uloga, probijanje leda, oluja ideja, radionica),

☞ za individualni rad (individualne zadaće, učenje: projektno, otvoreno i mentorski vođeno).

Rad je napisan s ciljem razmjene ideja i iskustva u korištenju nastavnih strategija prilikom obrade nastavnih sadržaja iz predmeta Priroda. Rad pruža pregled upotrebe nastavnih strategija tijekom obrade nastavne jedinice *Sjemenka - klijanje* u petom razredu osnovne škole. U etapi motivacije korištena je nastavna strategija *Oluja ideja*, u etapi obrade nastavnog sadržaja nastavna strategija *Analiza slučaja* (*Case study*), a u etapi evaluacije nastavna strategija *Didaktička igra* Tabu. Odabrane nastavne strategije korištene su s ciljem motiviranja učenika za sudjelovanje u nastavnom procesu, prilagodbe na grupni rad i upoznavanja s etapama istraživačkog rada.

TIJEK NASTAVNOG SATA

Nastavna jedinica *Sjemenka – klijanje* izvedena je u jednom školskom satu (45 minuta) u petom razredu osnovne škole. Cilja sata bio je upoznati učenike sa strukturom istraživačkog rada i istaknuti važnost vrste zemlje za klijanje mlade biljke.

Željeni ishodi bili su: postaviti istraživačka pitanja, navesti vrste tla, prepoznati pjeskovito, ilovasto i glineno tlo, povezati strukturu tla s mogućnošću zadržavanja vode, analizirati dobivene podatke i izvesti zaključke.

Sa svrhom motiviranja učenika u uvodnom dijelu sata korištena je suvremena nastavna strategija *Oluja ideja* koja potiče učenike na razmišljanje i pomaže stvoriti dinamičnu radnu atmosferu na početku sata. Cilj aktivnosti je pokretanje lančane reakcije ideja. Učenici slušaju jedni druge i ideja jednog potiče na razmišljanje druge i daje im nove ideje. Sve ideje se prihvaćaju i bilježe bez prosudbe. Potrebno je ohrabrivanje i pohvaljivanje svih ideja i zamisli, a posebno čudnih i neobičnih. Zadatak učenika bio je izreći pojmove koji im prvi padnu na pamet kad se spomene pojam klijanje. Neke učeničke asocijacije vezane za pojam klijanje bile su: zemlja, sjemenka, voda, sunce, zrak, toplina, nabubreno, korijen, supke, klica, minerali...

Olujom ideja se na zanimljiv način dolazi do informacija o učeničkom predznanju i eventualnim pogrešnim shvaćanjima teme.

U etapi obrade korištena je nastavna strategija *Proučavanje slučaja* (engl. *Case study*) tijekom koje učenici proučavaju i rješavaju stvarni ili zamišljeni problem/slučaj. U nastavnoj strategiji *Proučavanje slučaja* isprepliću se brojne metode: rad na tekstu, istraživačka metoda, crtanje, razgovor, usmeno izlaganje i eksperimentalna metoda. Važne životne kompetencije stječu se ovakvim načinom rada. Učenici raspravljaju, postavljaju pitanja, prikupljaju i analiziraju podatke, uče izraziti ideje i otkrića.

Tijekom etape obrade nastavne jedinice *Sjemenka-Klijanje* zadatak je bio u grupi od pet do šest učenika istražiti koji od dva uzorka zemlje pogodniji za uzgoj graha. Učenici su bili vođeni radnim listiće (Prilog 1). Prvi zadatak bio je dobro proučiti uzorke zemlje, opipati, pomirisati, zgnječiti, opisati boju, osjećaj pod prstima, veličinu zrna, strukturu te sve zapisati u radni listić. Na temelj opaženog trebali su pretpostaviti koji će uzorak upiti više vode i obrazložiti svoj odgovor. Kako bi provjerili točnost svojih tvrdnji učenici su trebali dizajnirati pokus. Na raspolaganju su imali dvije plastične boce napunjene jednakom količinom tla i morali su odlučiti što i kako mjeriti. Ovdje se s učenicima može raspraviti treba li mjeriti vrijeme protjecanja vode, treba li uliti vodu istovremeno u oba uzorka, koju količinu vode uliti i sl. Nakon što su usuglasili tijek i detalje, dobrovoljac je izveo pokus. Tijekom

izvođenja pokusa učenici su skicirali pokus i bilježili opažanja punim rečenicama kako bi kasnije na temelju opažanja mogli izvesti zaključke o tome koja zemlja je pogodnija za uzgoj graha. Zaključivanje i dizajn pokusa zahtijevaju više kognitivne razine: promišljanje, povezivanje i snalažljivost. Učenici uče primjećivati, opažati, bilježiti opažanja i biti precizni i uredni.

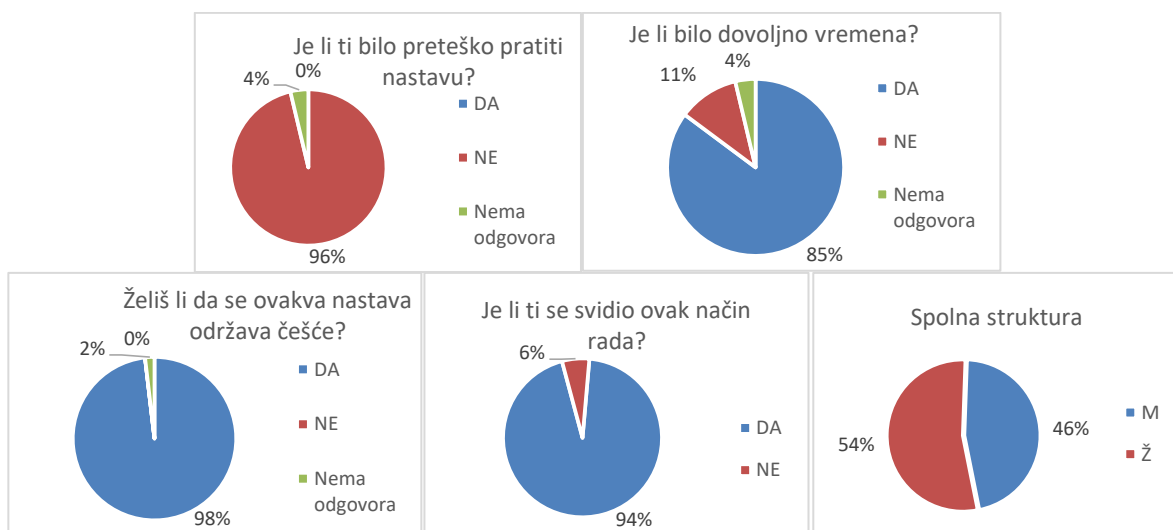
U svrhu provjere obrađenog sadržaja korištena je nastavna strategija *Didaktička igra Tabu*. Učenici su dobili kartice s jednim glavnim pojmom i pet pojmova vezanih uz glavni pojam (Slika 1). Morali su drugim učenicima objasniti pojam bez da upotrijebe riječi napisane na kartici. Igra Tabu odličan je izbor za etapu ponavljanja jer potiče učenike na suradnju, brzo razmišljanje, snalaženje, a istovremeno vježbaju izražavanje i šire vokabular.

SJEMENKA
voda
bubrenje
zemlja
klijanje
biljka

Slika 1 Kartica za igru Tabu - primjer

ANALIZA EFEKATA KORIŠTENIH STRATEGIJA

Nakon obrade nastavne jedinice učenici su anketirani kako bi se dobila povratna informacija o izvedenom nastavnom satu točnije o etapi obrade izvedenoj pomoću nastavne strategije *Proučavanje slučaja*. Anketirano je 25 dječaka i 29 djevojčica. Anketni listić sadržavao je ukupno devet pitanja: pet dihotomnih i četiri otvorena. Većini učenika svidjela se strategija proučavanje slučaja i njih 98% želi u ovakvom oblik nastave sudjelovati češće (Slika 2).



Slika 2 Prikaz distribucije odgovora na dihotomna pitanja

Većina učenika, njih 48, na satu se osjećala opušteno, sretno, dobro i uzbuđeno, dvoje učenika osjećalo se nesigurno, jednom učeniku ovakav način rada pobudio je znatiželju, a jedan se osjećao produktivno. Na pitanje što ima se najviše svidjelo njih 28 odgovara: modeliranje zemlje, izrada kuglica i vrpce, oblikovanje zemlje, diranje zemlje, a 20 izvedba pokusa, ulijevanje vode, mjerenje koliko vode je iskapalo. Šest učenika navelo je grupni rad kao najbolji dio sata. Za šest učenika diranje zemlje bila je negativna stvar. Od 54 učenika dva učenika su rekla kako im se ne sviđa rad u grupi, četiri ne voli crtati i pisati, a jedan učenik je imao strah od neuspjeha (Tablica 1). Na pitanje je li im

bilo preteško pratiti nastavu svi su odgovorili negativno. Većina učenika, njih 85%, smatra da je bilo dovoljno vremena za rješavanje zadataka (Slika 2).

Tablica 1 Prikaz odgovora na pitanja otvorenog tipa

odgovori na pitanje <i>što ti se na nastavi nije svidjelo?</i>	br. učenika	odgovori na pitanje <i>kako si se osjećao/la za vrijeme nastave</i>	br. učenika	odgovori na pitanje <i>što bi promijenio/la?</i>	br. učenika	odgovori na pitanje <i>što ti se na nastavi najviše svidjelo?</i>	br. učenika
sve mi se svidjelo	29	sretno	23	ništa	35	oblikovanje zemlje	28
diranje zemlje	6	uzbuđeno	11	trajanje sata (da traje duže od 45 min)	11	izvođenje pokusa	20
strah od neuspjeha	1	opušteno	8	promijenio/la uzorak zemlje	2	rad u grupi	6
prekratko je trajalo	5	dobro	6	1 grupa-1 radni listić	1	ništa	1
crtanje i pisanje	4	nesigurno	2	ne moramo pisati	1	sve	1
rd u grupi	2	produktivno	1	bolje slaganje među grupama	1		
sve	1	radoznalo	1	nema odgovora	3		
nema odgovora	6	nema odgovora	2				

ZAKLJUČAK

Suvremena nastava stavlja učenika u središte procesa, on je aktivni sudionik od kojeg se traži da istražuje, opaža, razmišlja iznosi mišljenje i zaključuje. Na taj način razvijaju se kompetencije bitne za budućnost: snalažljivost, analitičnost, organiziranost, preciznost, domišljatost i kreativnost. Nastava prirode treba potaknuti učenika na istraživanje prirode. Da bi postigli zadane ciljeve u nastavu prirode potrebno je koristiti što više različitih nastavnih strategija i metoda poučavanja koje je potrebno izmjenjivati ovisno o ciljevima sata i potrebama učenika. Nastavna strategija *Proučavanje slučaja* kompleksna je strategija koja isprepliće raznovrsne metode poučavanja. Sat čini dinamičnim i svaki učenik može pronaći svoj interes. Nastavna strategija *Proučavanje slučaja* se može koristiti već od petog razreda osnovne škole. Omogućuje učenicima opažanje pojava u prirodi, postavljanje pitanja i osmišljavanje rješenja. Odabir aktualnih tema pomaže u motivaciji učenika za rad. Zadatak ne smije biti pretežak kako ne bi demotivirao učenike, a učitelj treba osloboditi učenike straha za postizanje što boljih rezultata. Za uspješnu implementaciju strategije *Proučavanje slučaja* u nastavu učiteljima treba pružiti stručnu podršku.

Ovo istraživanje pokazalo je da učenici dobro prihvaćaju nastavnu strategiju *Proučavanje slučaja*. Ono što ih najviše privlači je praktični rad. Nastavna strategija *Proučavanje slučaja* u njima budi pozitivne osjećaje što je izuzetno bitno za motivaciju učenika. Ograničenje izvođenju istraživačke nastave u petom razredu može biti satnica (1,5 sat tjedno) koja je nedovoljna da bi se sveobuhvatno izveo jedan takav nastavni sat.

Da su suvremene nastavne strategije aktualne i poželjne u nastavnom procesu dokazuje i niz drugih radova. Tako su Mulaosmanović i Selimović (2017) istraživanjem došli do zaključka da postoji potreba za većom upotrebom nastavnih strategija u srednjim školama. Stoica i suradnici (2011) preporučuju

korištenje mentalnih mapa za ponavljanja gradiva, uočavanja pogrešno naučenih pojmova, te kvalitetniju nadogradnju stečenog znanja. Boras u svom radu (2009) ističe kako primjena nastavnih strategija planiranja i postavljanja općih i osobnih ciljeva omogućava povezivanje nastavnih sadržaja sa stvarnim životom te učenicima nudi izazov istraživanja i proučavanja prirode koja ih okružuje. Svakom je učeniku omogućena različita brzinu napredovanja, usvajanje različitih sadržaja u okviru istih pedagoških ciljeva te primjena različitih stilova učenja, što pozitivno utječe na emocionalni razvoj učenika te stvaranje pozitivne slike o sebi.

Daljnjim istraživanjima potrebno je provjeriti mišljenje učenika o ostalim nastavnim strategijama.

METODIČKI ZNAČAJ

Ovo istraživanje pokazalo je da učenici dobro prihvaćaju nastavnu strategiju *Proučavanje slučaja*, jer u njima budi pozitivne osjećaje što je izuzetno bitno za motivaciju učenika. Ono što ih najviše privlači je praktični rad. Za uspješnu implementaciju strategije *Proučavanje slučaja* u nastavu učiteljima treba pružiti stručnu podršku.

LITERATURA

- Bognar, L., Matijević, M. 2002. Didaktika. Zagreb, Školska knjiga
- Boras, M. 2009. Suvremeni pristupi nastavi prirode i društva. *Život i škola*, 21, 40-49.
- Kostović – Vranješ, V. 2015. Metodika nastave predmeta prirodoslovnih područja. Zagreb, Školska knjiga
- MZOŠ 2013. Nastavni plan i program za osnovnu školu. <http://public.mzos.hr/Default.aspx?sec=2194> preuzeto 5.2. 2017.
- Mulaosmanović, N. i Selimović, H. 2017. Interakcionistička koncepcija u nastavi. U I. Rađo. (ur.), Međunarodna naučna konferencija InSSED. 2nd International, Sport, Science, Education and Development Conference 2016. 1-13. Travnik, Univerzitet u Travniku, Edukacijski fakultet.
- Stoica, I., Moraru, S. I Miron, C. 2011. Concept maps, a must for modern teaching-learning process. *Romanian Reports in Physics*, 63,2, 567–576.
- Tot, D.2010. Učeničke kompetencije i suvremena nastava. *Odgojne znanosti*, 12,1, 65-78.

Prilog 1 Radni listić za učenike

SJEMENKA/KLIJANJE

Zemlja je vrlo bitna za rast i razvoj biljke. Nova biljka razvija se iz sjemenke procesom klijanja. Kako bi sjemenka proklijala potrebni su joj zrak, toplina i voda koju uzima iz zemlje. Voda se u zemlji mora zadržati kako bi ju biljka mogla uzeti. Provjerimo koja zemlja bolje zadržava vodu!

Kemikalije: voda i dva uzorka zemlje

Zadatak 1. Pred tobom se nalaze dva uzorka zemlje. Opiši ih! (boja, izgled, osjećaj pod prstima)

Zadatak 2. Uzmi između prstiju uzorak zemlje i navlaži ga vodom. Probaj formirati kuglicu, vrpču ili krug! Odredi vrstu zemlje pomoću tablice!

ne možeš formirati kuglicu	pijesak
možeš formirati kuglicu	ilovasti pijesak
možeš napraviti vrpču	ilovača
možeš formirati krug	glina

UZORAK 1 _____ UZORAK 2 _____

Zadatak 3. Pretpostavi koji uzorak će zadržati više vode!

Zašto to misliš?

Zadatak 4. Kako ćeš provjeriti je li tvoja tvrdnja točna? Dizajniraj eksperiment!

SKICA EKSPERIMENTA:

ZAKLJUČAK:

TEACHING TEN YEAR OLDS ABOUT GERMINATION OF SEEDS BY USING MODERN TEACHING STRATEGIES

Balažinec Marina

3rd Primary School Varaždin

marina.barisic13@gmail.com

ABSTRACT

Goal of modern, student-centered, teaching is to teach students how to apply acquired knowledge in life situations. In order to acquire knowledge and skills, students need to be motivated for learning. In my practice I use a number of modern teaching strategies that help me motivate students. This paper provides an overview of modern teaching strategies used to teach ten year olds about seed germination. The article describes modern teaching strategies: *Brain Storming*, *Case Study*, and the *Didactic Game Tabu*, with the aim of transmitting and sharing ideas, experiences, different methods and strategies of teaching among colleagues. Survey were used to examine the students' opinion on teaching strategy *Case Study*. The results of the research have shown that students are most eager for practical work, and the teaching strategy *Case Study* arouses positive feelings in them, which is extremely important for student motivation.

Keywords: teaching strategy *Case Study*, structure of research work, influence of soil structure on water retention, motivation.

OBRADA NASTAVNE JEDINICE „SASTAV I KARAKTERISTIKE KRVI“ U SKLOPU CENTRA IZVRSNOSTI ZA BIOLOGIJU

Mario Slatki

Druga gimnazija Varaždin, Hallerova aleja 6a, 42000 Varaždin
mario.slatki@gmail.com

SAŽETAK

Praktični rad i istraživačka nastava u paradigmi suvremenog odgojno obrazovnog procesa u nastavi biologije imaju ključnu ulogu. Za razliku od tradicionalnog, predavačkog tipa nastave, učenika aktivno uključuju u definiranje problema, postavljanje hipoteza i obavljanje aktivnosti kojima se problem pokušava riješiti. Time se kod učenika razvija sposobnost promatranja, uočavanja problema, uočavanja uzročno posljedičnih veza, kreativnost i kritičko mišljenje. Obzirom na zahtjeve suvremenog svijeta, navedene sposobnosti ključne su za uspješnije uključivanje učenika u nastavak školovanja, ali i na tržište rada. U ovom radu prikazan je primjer istraživački usmjerene nastave koja se izvedu u sklopu rada s darovitim učenicima u Centru izvrsnosti za biologiju Varaždinske županije. Primjer je istraživačka obrada nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ kroz niz praktičnih radova i jednu terensku nastavu. Evaluacijom učenika potvrđena je teza da je istraživačkom nastavom u potpunosti moguće ostvariti planirane učeničke ishode. To ide u prilog dosadašnjim istraživanjima koja pokazuju važnost problemske, istraživački usmjerene nastave u biologiji kao bolje alternative dosad najčešće korištenim, tradicionalnim tipovima nastave. Stoga zaključujem da bi praktični rad i istraživačka nastava u novim vizijama nastave biologije trebali biti zastupljeni daleko više nego dosad.

Ključne riječi: istraživačka nastava, praktični rad, centar izvrsnosti

UVOD

Centri izvrsnosti Varaždinske županije

2007. godine Varaždinska županija pokrenula je dotad za Hrvatsku jedinstveni projekt Centara izvrsnosti. To je bio nastavak programa rada s darovitim učenicima iz područja matematike i fizike pokrenutog 2002. i dodatne nastave iz informatike pokrenute 2003. Projekt uživa svesrdnu podršku Varaždinske županije koja je pokretač, financijska i organizacijska podrška. U sklopu tog projekta na inicijativu ravnateljice Prve gimnazije Varaždin, a prema prijedlogu plana rada Martine Vidović, profesorice biologije, osnovan je 2013. godine i Centar izvrsnosti za biologiju (u daljnjem tekstu – Centar). Profesorica Vidović je posljednjih pet godina ujedno i voditeljica Centra. Sjedište mu je u Prvoj gimnaziji Varaždin, a u radu Centra sudjeluju 22 mentora, nastavnika biologije iz osnovnih i srednjih škola i stručnih suradnika. Centar pohađa 70-ak učenika, a glavni cilj mu je popularizacija bioloških znanstvenih disciplina među učenicima te poticanje odabiranja nastavka školovanja na fakultetima iz STEM područja. Nastava se odvija subotama od listopada do ožujka, izuzev siječnja kada se odvija i za vrijeme zimskog odmora učenika.

Metode rada s učenicima

Stara kineska poslovice kaže: „Što čujem zaboravim, što vidim zapamtim, što učinim razumijem i znam“. U nastavi prirodoslovnih predmeta oduvijek se velika važnost pridodaje neposrednom doticaju učenika sa stvarnošću, a ona se najbolje postiže eksperimentima. Tematika praktičnog rada u nastavi općenito redovito je obilno zastupljena u metodičkim i didaktičkim priručnicima i udžbenicima za studente (Jelavić, 2008; Poljak, 1982). Metoda praktičnih radova temelji se na svjesnoj djelatnosti učitelja/učiteljice i učenika/učenice prema svom okružju. Ona se može primijeniti u nastavi prirode i društva u razrednoj učionici, specijaliziranoj učionici, kabinetu, pomoćnim školskim

prostorijama, školskom vrtu, prirodi, svuda gdje učenici/učenice mogu doći u neposredan doticaj sa stvarnošću (De Zan, 2005). Suvremeni pristupi nastavi prirode i biologije redovito ističu i važnost problemske ili istraživačke nastave. Među stručnjacima još ne postoji suglasje oko naziva za takvu nastavu, pa se spominju različiti izrazi u tekstovima na hrvatskom jeziku: istraživačka nastava, problemska nastava, istraživački usmjerena nastava, stvaralačka nastava i sl. Međutim, suvremeni se pedagozi slažu da se tradicionalna nastava zamijeni suvremenijom, u kojoj će, umjesto učiteljeva izlaganja – prevladavati otkrivanje učenika, umjesto učiteljeva poučavanja – samorad učenika, umjesto izlaganja problema – samostalno rješavanje problema, umjesto jednodimenzionalna – divergentno, stvaralačko mišljenje (De Zan, 2005). Veoma dinamično kretanje suvremenog svijeta, popraćeno znanstveno-tehničkom revolucijom, stavlja današnjeg čovjeka u brojne problemske situacije kao svojevrsne proturječnosti koje mora znati, umjeti i htjeti uspješno rješavati. (Poljak, 1982). Upravo zbog navedenog nastava u Centru provodi se gotovo isključivo korištenjem istraživačkog učenja, rješavanjem problemskih zadataka i aktivnim sudjelovanjem učenika u osmišljavanju samostalnih istraživanja.

Važnost praktičnog rada i istraživačke nastave biologiji

Važnost metode praktičnog rada u nastavi prepoznata je odavno. Njena primjena pomaže u prvom redu razvitku osjetila, zatim razvitku organa kretanja, naročito ruku, pogoduje razvijanju vještina u rukovanju različitim priborom i poznavanju elementarnih materijala (Grubić, 1969). Nadalje, praktičan rad u nastavi jest svjesna aktivnost. On je povezan za perceptivnu i misaonu aktivnost, pa ga, kao takvog, treba tretirati kao nastavnu metodu kojom učinkovito protječu poruke od izvora znanja do učenika/učenica i obrnuto (De Zan, 2005). Težište je na inovacijskom učenju u kojem značajno sudjeluje anticipacijska komponenta koju obilježava divergentno mišljenje, kreativnost, suradnja, vaganje ideja, stvaranje alternativa, odgovornost odlučivanja i dr. (Jelavić, 2008). Zbog toga je kao nastavna metoda u biologiji i prirodi nezamjenjiv i daje najbolje rezultate pri usvajanju bioloških znanstvenih koncepata. Dosad najčešće korišteni, tradicionalni oblici rada s učenicima doveli su do brojnih miskoncepcija o osnovnim prirodoslovnim načelima. Tako Lukša i sur., 2013 u istraživanju očekivanih i stvarnih miskoncepcija učenika u biologiji uočavaju veliku podudarnost kod učenika u osnovnoj školi i u gimnaziji, što potvrđuje njihovu trajnost i tvrdokornost te ukazuje na zahtjevnost njihova ispravljanja. To se može postići promjenom paradigme poučavanja iz tradicionalnog u suvremeni. Kao poseban didaktički oblik rada s učenicima često se spominje i problemska ili istraživačka nastava koju možemo definirati unutar didaktičkih sistema (Poljak, 1982) ili nastavnih sustava (Jelavić, 2008). Kako god je nazvali, problemska nastava uvijek ima nekoliko bitnih komponenti. Prvo, podrazumijeva konkretan problem koji će spoznajno i/ili emocionalno utjecati na učenike. Uočavanje problema koji valja istražiti pokazuje da je uočena zapreka koja se ne može svladati postojećim metodičkim postupcima (De Zan, 2005). Nadalje, uključuje niz pripremnih aktivnosti u kojima će učenici pokušati samostalno definirati istraživački problem, tj. pitanje i postaviti valjanu hipotezu. U tom procesu poželjno je da koriste vlastite spoznaje o tom problemu i teoretska, činjenična znanja koje će im pomoći u njegovom rješavanju. Nakon toga učenici vođeni nastavnikom izvršavaju niz praktičnih aktivnosti iz kojih dobivaju mjerljive rezultate. Naposljetku, dobiveni se rezultati analiziraju, obrađuju i utvrđuje se je li potvrđena postavljena hipoteza. Nastava u Centru izvrsnosti za biologiju sadrži sve navedene komponente.

Cilj ovog rada je prikazati učinkovitu primjenu metode praktičnog rada i sustava istraživačkog učenja i u obradi nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ koja se provodi u Centru izvrsnosti za biologiju s učenicima trećih razreda srednje škole. U radu će biti prikazana organizacija i izvođenje nastavne jedinice kroz ukupno osam sati neposrednog rada s učenicima. Istaknut ću pozitivna iskustva i prednosti takvog načina rada, ali i potencijalne poteškoće i nedostatke u njegovom izvođenju. Teza koju želim potvrditi ovim radom je da praktični rad i istraživačka nastava imaju nezamjenjivu ulogu u suvremenom odgojno-obrazovnom procesu i da njihova primjena može biti efikasni način postizanja planiranih ishoda učenika u biologiji.

NASTAVNA JEDINICA „SASTAV I KARAKTERISTIKE KRVİ“

U važećem nastavnom planu i programu za biologiju (Glasnik Ministarstva prosvjete i sporta, 1995) istaknuto je da nastavu biologije valja temeljiti na znanstvenim dostignućima suvremene biološke znanosti koja je silno napredovala u posljednjih 50-ak godina. Iz pretežno deskriptivne, biologija se razvila u egzaktnu znanost koja istražuje uzročno-posljedične veze i molekulsku osnovu životnih procesa. O samim sadržajima vezanim uz tematiku krvi istaknuto je samo sljedeće:

- ☞ tjelesne tekućine
- ☞ promet i poremećaji vode i elektrolita
- ☞ krv i krvotvorni sustav
- ☞ poremećaji u hematopoezi
- ☞ imunološki sustav

Budući da nastavni plan i program ne predviđa definiranje ishoda učenja, nastavnici u srednjim, a i osnovnim školama prepušteni su sami sebi da ih formuliraju. Iako se nastavnici često vode isključivo udžbenicima i priručnicima kod odabira sadržaja koje će učenicima prezentirati, valja naglasiti da to ne mora biti primjenjivo kod svih nastavnih cjelina. Autori udžbenika često prema vlastitom smislu važnog odabiru sadržaje koji ne moraju biti u skladu s onim što određeni nastavnik može i želi prezentirati svojim učenicima sa svrhom postizanja određenih ishoda učenja. Zanimljivi su i neki pogledi učenika o vlastitim kompetencijama. Učenici najvažnijim indikatorima učeničkih kompetencija smatraju razumijevanje i poštivanje sebe i drugih, uspješno samostalno učenje te uočavanje i rješavanje različitih problema (Tot, 2010). To bi značilo da su učenici svjesni kako bi im suvremena nastava trebala omogućavati stjecanje sposobnosti rješavanja problema. Pitanje je kojim sadržajima i kojim nastavnim metodama to možemo postići. Naravno, odabir sadržaja uvelike je olakšan državnim maturom. Biologija kao izborni predmet ima detaljno razrađen katalog znanja koji može služiti učenicima kod pripremanja za državnu maturu, ali i nastavnicima kod pripreme za nastavne satove. Ishodi učenja u Katalogu prilagođeni su prema smjernicama Hrvatskog kvalifikacijskog okvira. Iako je nastava u Centru izvrsnosti prilagođena sadržajima koje učenici usvajaju u redovnoj nastavi, cilj rada s učenicima nikako nije samo usvajanje ili ponavljanje tih sadržaja, već se kod učenika nastoje razviti vještine promatranja i uočavanja uzročno-posljedičnih veza u prirodi, donošenja zaključaka, kreativnost i kritički način razmišljanja, a upotrebom modernih tehnologija u prikupljanju, statističkoj obradi i grafičkom prikazivanju te analizi dobivenih rezultata, razvijaju se vještine neophodne za nastavak školovanja na višoj razini, znanstvenu aktivnost i uspješnije uključivanje na tržište rada (CIB, 2013).

Aktivnosti

Priprema za izvođenje nastave

U pripremnom dijelu problemski orijentirane nastave potrebno je kod učenika ponajprije razviti psihološku potrebu za samostalnim rješavanjem učenih problema (Poljak, 1982). Iako se mentor u Centru uvijek nada da je ovaj korak učinjen s učenicima u redovnoj nastavi, kod svake teme koja se obrađuje navedenu psihološku potrebu razvija i sam. U konkretnom slučaju, koriste se prethodna iskustva učenika s medicinsko biokemijskim laboratorijem. Do srednjoškolske dobi svatko je od učenika zasigurno nekoliko puta morao izvaditi krv i dati je na analizu. Nekima od njih su poznati osnovni pojmovi poput sedimentacije, CRP-a, diferencijalne krvne slike, koncentracije glukoze u krvi i slično. Upravo zato, prva aktivnost je terenska nastava u Medicinsko biokemijskom laboratoriju OB Varaždin. Ljubazno osoblje na čelu s voditeljicom laboratorija razradilo je kratak plan aktivnosti nakon kratkog dopisa od voditeljice Centra, a u suradnji s mentorom. Taj se plan, uz neznatne preinake provodi već 3 godine. Prije samog posjeta, učenici su upoznati s aktivnostima i planom provođenja, ohrabreni na postavljanje pitanja i upućeni kako da dođu do laboratorija. U redovnoj nastavi većina ih je upoznala osnovne koncepte dotičnog sadržaja, tako da su sposobni pratiti izlaganje u laboratoriju. Za sve ostale aktivnosti potreban pribor i materijal priprema mentor sam ili u suradnji s voditeljicom Centra na sam dan izvođenja eksperimenata. Velika se važnost kod rada s učenicima pridodaje komunikaciji s roditeljima i sigurnosti. Zato na početku svake nove sezone rada u Centru od roditelja polaznika traži pisana suglasnost za provođenje terenske nastave u Medicinsko biokemijski laboratorij OB Varaždin i za vađenje male količine krvi iz jagodice prsta za provođenje jednog od eksperimenata. Isto tako, roditelji daju pisanu suglasnost i za objavljivanje imena i prezimena djeteta, pisanih i likovnih radova, te objavljivanje fotografskih i video materijala nastalih u sklopu nastave u Centru izvrsnosti iz biologije u tiskanim, elektroničkim i ostalim medijima. Prije provođenja eksperimenata učenici se detaljno upoznaju s načinom rada, sigurnosnim mjerama i načinom zaštite vlastitog zdravlja. Higijenski uvjeti tijekom izvođenja eksperimenata su na visokom nivou. Učenici obavezno koriste zaštitnu opremu (rukavice i naočale) i odjeću (laboratorijske kute), a sav korišteni pribor se prije upotrebe čisti ili sterilizira. Nakon upotrebe učenici uz pomoć mentora sav korišteni pribor peru i po potrebi steriliziraju, a korišteni otpadni materijali se na prikladan način zbrinjavaju. Obavezno je i pranje ruku sapunom prije i nakon izvođenja eksperimenta.

Terenska nastava u Medicinsko biokemijski laboratorij OB Varaždin

Trajanje aktivnosti je 2 sata (120 minuta), što uključuje put od Centra do Opće bolnice Varaždin (30 minuta) i posjet Medicinsko biokemijskom laboratoriju (90 minuta). Ciljevi aktivnosti su upoznati način rada u biokemijskom laboratoriju, prepoznati najznačajnije metode rada i biokemijske postupke i analizirati svakodnevnu primjenu biokemijskih metoda. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju objasniti važnost analitičkog pristupa u određivanju stanja pacijenta, nabrojiti 3 faze rada u medicinsko biokemijskom laboratoriju i opisati način izvođenja 3 metode koje se koriste u laboratoriju. Program obilaska laboratorija obuhvaća općeniti dio tj. upoznavanje s pojmom laboratorijske medicine i ukratko o proces rada i organizaciji posla u medicinsko-biokemijskom laboratoriju. Nakon toga učenike se vodi kroz 3 faze rada u laboratoriju:

1. predanalitička faza rada: odabir testova, uzorkovanje, vrste uzoraka, transport uzoraka do laboratorija, priprema uzorka za analizu, pohrana uzoraka za daljnje analize
2. analitička faza rada: metode koje se koriste kod analize humanih uzoraka (biokemijske, hematološke, imunokemijske, kromatografske, svjetlosna mikroskopija, spektrofotometrija)

3. postanalitička faza rada: potvrda i interpretacija rezultata, izdavanje nalaza, interpretacija prije medicinske odluke, medicinska odluka

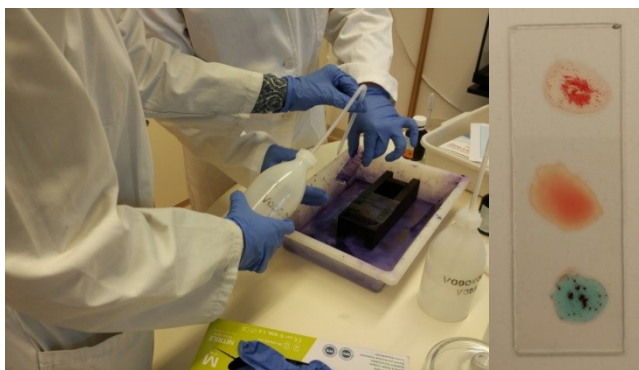
Tijekom obilaska učenike se provodi kroz sve prostorije laboratorija u kojima se pojedine faze i aktivnosti odvijaju te im se detaljno predočava kako se iste odvijaju. Osim toga, učenici imaju priliku i samostalno ili isprobati neke od jednostavnijih metoda rada, primjerice mikroskopiranje obojenih uzoraka krvnih stanica, mikroskopiranje uzoraka sjemene tekućine, centrifugiranje svježeg uzorka ili tehniku razmazivanja krvi u pripremnoj fazi za bojanje. Cijelo vrijeme učenike se ohrabruje na postavljanje pitanja i iznošenje dosadašnjih vlastitih iskustava.

Mikroskopiranje fiksiranih razmaza krvi

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je analizirati sastav krvnih stanica i uočiti njihovu prisutnost i relativnu brojnost na prethodno izrađenom, fiksiranom razmazu krvi. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju samostalno izvesti vježbu mikroskopiranja uzorka krvi na školskom mikroskopu, analizirati sastav krvi, nabrojiti tipove krvnih stanica i navesti njihovu ulogu te usporediti brojnost pojedinih stanica. Učenici koristeći školske mikroskope na povećanju 1000 puta samostalno pronalaze sliku krvnih stanica. Zatim na preparatu prepoznaju eritrocite te osnovne tipove leukocita: neutrofilni, bazofilni i eozinofilni granulociti, limfociti i monociti. Pronađene stanice učenici crtaju u bilježnice. Isto tako, učenici uspoređuju brojnost pojedinih krvnih stanica što će im koristiti u postavljanju hipoteze kod sljedećih vježbi.

Priprema i bojanje krvnog razmaza vlastite krvi

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je načiniti krvni razmaz vlastite krvi te bojanjem razmaza metodom po Pappenheimu učiniti vidljivima razlike između leukocita. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju samostalno izvesti vježbu bojanja krvnog razmaza po Pappenheimu. Učenici prvo steriliziraju jagodicu prsta etilnim alkoholom i bodu se sterilnom lancetom. Uz rub čistog predmetnog stakla kapnu kap krvi. Predmetno staklo pomoću kojeg prave razmaz prslone na predmetnicu pod kutom od 45° i jednakomjernim potezom razmažu krv po dužini predmetnog stakla. Za analizu su prikladni samo tanki, jednakomjerni razmazi. Nakon sušenja razmaza na zraku (najmanje 1 sat) učenici pristupaju bojanju razmaza metodom po Pappenheimu. Krvni razmaz postavljaju na mostić za bojanje, preliju bojom May-Grünwald i ostave stajati 7 minuta. Nakon toga ispiru destiliranom vodom i cijede. Preparat zatim preliju vodenom otopinom Giemse (2 dijela vode : 1 dio Giemse) i ostave stajati 10 do 15 minuta. Boju ispiru destiliranom vodom i suše nekoliko minuta u kosom položaju. Slika 1 prikazuje postupak bojanja.



Slika 1 Postupak bojanja leukocita i primjer rezultata određivanja krvnih skupina i Rh-faktora (Foto: M. Slatki)

Određivanje krvnih skupina ABO sustava i Rh-faktora

Trajanje aktivnosti je 20 minuta. Učenici vježbu izvode za vrijeme sušenja razmaza krvi na zraku (vidi aktivnost *Priprema i bojanje krvnog razmaza vlastite krvi*). Cilj aktivnosti je samostalno odrediti vlastitu krvnu skupinu i Rh-faktor korištenjem seruma za određivanje krvnih skupina i Rh-faktora. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju analizirati rezultate koji nastaju miješanjem krvi i seruma, odrediti na temelju tih rezultata krvnu skupinu i Rh-faktor ispitanika i objasniti ABO sustav krvnih skupina i Rh-faktor. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. o krvnim skupinama roditelja ili braće) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Čisto predmetno stakalce učenici podijele crtom na 3 otprilike jednaka dijela i stavljaju na čisti, bijeli papir. Iznad stakalca na papiru pišu oznake A, B i Rh. Zatim vatom namočenom etilnim alkoholom brišu jagodicu prsta i bodu se sterilnom lancetom. Po jednu kap krvi iz jagodice prsta kapaju na svaki od 3 kvadratića na predmetnom stakalcu. Na svaku kapljicu krvi zatim kapaju odvojeno serum anti-A, anti-B i anti-Rh te miješaju drvenom čačalicom (Slika 1). Na kraju učenici prate promjene i bilježe ih. Slijedi kratka rasprava o rezultatima i određivanje vlastitih krvnih skupina i Rh-faktora.

Diferencijalna krvna slika

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je odrediti u postocima udio svake od skupina leukocita metodom brojanja na krvnom razmazu na uzorku od 1000 stanica. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju objasniti morfološku podjelu leukocita, u postocima odrediti udio tipova leukocita i analizirati razlike u krvnom nalazu između stvarnih i referentnih vrijednosti. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. o značenju pojedinih stanica) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Učenici dobivaju upute na radnim listovima koje sadrže detaljne morfološke karakteristike neutrofilnih, bazofilnih i eozinofilnih granulocita, limfocita i monocita. Zadatak je na svojem krvnom razmazu pronaći 100 različitih leukocita i za svaki zabilježiti koji je od 5 tipova u za to predviđenu tablicu. Budući da je u skupini 10-ak učenika i njihovi se rezultati analiziraju zajedno, ukupni rezultat je otprilike 1000 stanica. Svoje rezultate učenici upisuju u *Excel* tablicu pomoću aplikacije *Google Docs* koristeći vlastite pametne telefone ili računalo koje je na raspolaganju u učionici.

Mjerenje veličine eritrocita

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je odrediti prosječnu širinu eritrocita na uzorku od minimalno 300 stanica. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju izvesti mjerenje dimenzija stanica na mikroskopskom preparatu, odrediti širinu ljudskih eritrocita i objasniti značenje njihove brojnosti u krvi. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. znanjem o približnim veličinama nekih drugih životinjskih stanica moguće je odrediti barem red veličine) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Učenici koriste ukupno dvije kamere za mikroskop (*MicroQ W500* i *Dino-Eye*, obje rezolucije 5 megapiksela) i računalne programe *Toup View* i *Dino Lite* te mjere najširi dio 30 eritrocita na vlastitom krvnom razmazu (Slika 3). Budući da je u skupini 10 učenika i njihovi se rezultati analiziraju zajedno, ukupni rezultat je izmjerena širina za 300 stanica. Svoje rezultate učenici upisuju u *Excel* tablicu pomoću aplikacije *Google Docs* koristeći vlastite pametne telefone ili računalo koje je na raspolaganju u učionici.



Slika 2 Mjerenje širine eritrocita programom Dino Lite (Foto: M. Slatki)

Statistička obrada i analiza podataka

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je koristeći dostupne statističke alate obraditi podatke dobivene eksperimentom, analizirati ih i izvesti zaključke na temelju analize. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da mogu sastaviti, oblikovati i upisivati podatke eksperimenata u tablicu, analizirati podatke koristeći statističke metode udjela u ukupnom broju, aritmetičke sredine i standardne devijacije, izvoditi zaključke na temelju statističkih analiza. Svi podaci za ove vježbe obrađeni su u programu *MS Excel* (Slika 4). Podatke za krvnu skupinu učenici uspoređuju s postavljenom hipotezom i vrednuju hipotezu. Podatke za ukupan broj tipova leukocita učenici izražavaju kao postotak u ukupnom broju leukocita, uspoređuju s postavljenom hipotezom, vrednuju hipotezu, a zatim i uspoređuju sa stvarnim podacima tj. referentnim vrijednostima iz pravog krvnog nalaza. Iz podataka za širinu eritrocita učenici izražavaju aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju. Zatim dobivene podatke uspoređuju s postavljenom hipotezom, vrednuju hipotezu i provjeravaju stvarnu prosječnu veličinu eritrocita iz literature.



Slika 3 Unošenje podataka u tablicu, priprema za statističku obradu podataka (Foto: M. Slatki)

Evaluacija

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je vrednovati učenička postignuća prema ishodima koji su zasebno istaknuti kod svake pojedine aktivnosti. Važno je naglasiti da se vrednovanje provodi u svim etapama rada s učenicima – postavljanju znanstvenog pitanja, formuliranju hipoteze, određivanja varijabli, izvođenja samog eksperimenta i analize rezultata. Ovo je samo rekapitulacija sa svrhom vrednovanja konkretnih učeničkih postignuća. Vrednovanje se provodi usmenim ispitivanjem učenika, tj. razgovorom. Za razgovor mentor ima unaprijed pripremljena pitanja, učenici odgovaraju pojedinačno određenim redoslijedom, tako da svaki učenik iz grupe odgovori na otprilike isti broj pitanja (tablica 1). Po potrebi postavljaju se i potpitanja radi dodatnog objašnjenja.

Tablica 1 Pitanja za provjeravanje učenika koja se prema potrebi dopunjuju potpitanjima

Pitanja za evaluaciju učenika	
1.	Zašto je u znanstvenom ili stručnom istraživanju potrebno dobro definirati istraživačko pitanje i hipotezu?
2.	Na koji ste način formulirali hipotezu? Jeste li unaprijed znali odgovor ili ste koristeći prethodna znanja pokušali odgovoriti na novi problem?
3.	Opiši sastav krvi.
4.	Nabroji sve krvne stanice.
5.	Nabroji tipove leukocita.
6.	Analiziraj morfološke karakteristike različitih tipova leukocita.
7.	Koja je općenita uloga eritrocita i leukocita?
8.	Navedi približne vrijednosti udjela pojedinih leukocita u krvi.
9.	Objasni kako može doći do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi.
10.	Kako i gdje čovjek može saznati je li došlo do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi?
11.	Opiši 3 laboratorijske metode koje se koriste kod analize krvi.
12.	Objasni ABO sustav krvnih skupina i Rh faktor.
13.	Analiziraj podatke dobivene u vježbi određivanja postotka leukocita u krvi. Slažu li se oni sa referentnim vrijednostima na krvnom nalazu? Ukoliko postoje odstupanja, objasni kako je do njih moglo doći.
14.	Analiziraj dobivene podatke za širinu eritrocita. Zašto je potrebno izraziti standardnu devijaciju i što nam ona govori?
15.	Kako i gdje čovjek može saznati je li došlo do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi?

Na temelju dosadašnjeg rada s učenicima u Centru mogu ustvrditi da se tijekom obrade nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ na opisani način s lakoćom postižu svi ciljevi vezani uz pojedine aktivnosti. Osim toga, evaluacijom je utvrđeno da učenici znaju odgovoriti na sva postavljena pitanja samostalno ili uz minimalnu pomoć mentora. To znači da su planirani ishodi kod učenika u potpunosti ostvareni.

ZAKLJUČAK

Budući da su kod učenika ostvareni svi planirani ishodi i ciljevi aktivnosti postignuti, smatram da je teza postavljena na početku rada u potpunosti potvrđena.

Kada bismo do istih ciljeva tj. učeničkih postignuća pokušali doći tradicionalnim stilovima poučavanja, naišli bismo na brojna ograničenja. Primjerice, u nastavi predavačkog tipa nastavni sadržaji dolaze do učenika u gotovom, didaktički prerađenom obliku. Upravo zato, predavačka nastava lišava učenika relevantnih iskustava, kako onih kognitivnog (promatranje, uopćavanje, definiranje), tako i onih socijalno-afektivnog karaktera (Jelavić, 2008). To se očituje i u vrlo slaboj motivaciji učenika koji u nastavnom procesu uglavnom postaju pasivni primaoci znanja koje kasnije, najčešće, reproduciraju bez razumijevanja. Problemska, odnosno istraživačka nastava zato je najbolja alternativa. U navedenom primjeru kod učenika se uz veću motiviranost uključuju i viši misaoni procesi, a učenici uključivanjem u rješavanje problema razvijaju kreativnost, sposobnost samostalnog zaključivanja i individualnost. Ne treba zanemariti i razvijanje manualnih vještina poput pravilnog korištenja laboratorijskog pribora i instrumenata. Stoga je neosporno veliko značenje ovakvih tipova rada s učenicima. Neki od nedostataka ili potencijalnih ograničenja su: skuplja realizacija, iziskuje mnogo veći angažman i iskustvo nastavnika u pripremi i izvođenju eksperimenata. Priprema i sami eksperimenti traju dulje, a na rezultate utječe više faktora, pa su ponekad nepredvidljivi stvarni

rezultati. Nadalje, prostor za izvođenje takvih eksperimenata mora biti posebno prilagođen i specijaliziran. Najpogodnije su specijalizirane učionice u kojima se nastavnik ili mentor ima mogućnosti i pripremiti prije aktivnosti. Usprkos navedenim nedostacima, smatram da bi metoda praktičnog rada i istraživačka nastava trebale biti pravilo, a ne izuzetak u školama Hrvatske u budućnosti.

METODIČKI ZNAČAJ

Iako po završetku studija za edukaciju učenika iz biologije nastavnike smatramo kompetentnima za izvođenje praktičnog rada i istraživačke nastave s učenicima, iz osobnog iskustva zaključujem da to nije posve tako. Za izvođenje takve nastave potrebna je ne samo stručna kompetentnost nastavnika i poznavanje sadržaja, već i veliko iskustvo u pripremi i izvođenju praktičnih radova s učenicima. Poglavitito je važno uključivati i komponentu kvantitativne obrade podataka i analizu istih uz izvođenje zaključaka. Stoga smatram da bi već na studiju buduće nastavnike trebalo sustavno pripremiti za izvođenje praktičnog rada i istraživačke nastave, posebice kroz metodičku praksu, a zatim ih kroz program redovitog praćenja i vrednovanja poticati na korištenje navedenih oblika rada s učenicima. Iz mojeg osobnog iskustva veliki dio nedostataka studija može se kompenzirati radom u Centru. Naime, u Centru nastavnici mentori rade timski, evaluiraju potrebe učenika po različitim školama, modificiraju program prema tim potrebama i zajednički dogovaraju aktivnosti. Osim toga, za mentore se organiziraju edukacije prema njihovim interesima i potrebama Centra. Sve to doprinosi i osobnom razvoju mentora kao stručnjaka u metodici biologije, ali i u biologiji kao znanosti te podiže kvalitetu rada u Centru i u školama u kojima mentori rade.

ZAHVALA

Varaždinska županija, Medicinsko biokemijski laboratorij Opće bolnice Varaždin

LITERATURA

- CIB 2013. Centar izvrsnosti za biologiju; dostupno na: <http://www.civz.hr/centar-izvrsnosti-iz-biologije/>
- De Zan, I. 2005. Metodika nastave prirode i društva, Školska knjiga, Zagreb
- Grubić, M. 1969. Metodika nastave poznavanja prirode i biologije, Pedagoško-književni zbor
- Jelavić, F. 2008. Didaktika, 5. dopunjeno izdanje, Naklada Slap, Jastrebarsko
- Lukša, Ž, Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskonceptije učenika u biologiji, Zagreb, Napredak: 154, 4, 527 – 548.
- Ministarstvo prosvjete i športa - MPŠ (1995.). Okvirni nastavni program za gimnazije. Zagreb: Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 11, 17. 10. 1995.dostupno na: <https://www.ncvvo.hr/nastavni-planovi-i-programi-za-gimnazije-i-strukovne-skole/>
- NCVVO 2016. Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2016./2017; dostupno na: <https://www.ncvvo.hr/ispitni-katalogi-drzavnu-maturu-2016-2017/>
- Poljak, V. 1982. Didaktika, Školska knjiga, Zagreb
- Tot, D. 2010. Učeničke kompetencije i suvremena nastava, Odgojne znanosti, Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 12, 1, 65-78.

TEACHING UNIT "COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF BLOOD" WITHIN THE CENTER OF EXCELLENCE FOR BIOLOGY

Mario Slatki

Second Gymnasium Varaždin, Hallerova aleja 6a, 42000 Varaždin
mario.slatki@gmail.com

ABSTRACT

Practical work and inquiry based learning play a key role in the modern education paradigm. Unlike the traditional, teacher centred learning these methods allow students to define problems, make their own hypothesis and perform activities that will lead to problem solving. They lead to development of observation skills, problem identification, causative consequences, creativity and critical thinking. Due to the requirements of the modern day living these competences are necessary for student's future education as well as joining the labour market. This paper shows an example of inquiry based learning with gifted students taking place in the Centre of excellence for biology of the Varaždin county. For this purpose, a series of practical work, inquiry based learning examples and one field work involving a teaching unit called „Blood composition and characteristics“ were used. The hypothesis that all of the teaching outcomes regarding this part of the biology curriculum can be achieved using practical work and inquiry based learning was tested and proved using post activity evaluation. This supports the researches so far, because it identifies inquiry based learning as better alternative to the, so far more used, traditional teaching methods. To conclude, practical work and inquiry based learning should be used far more in biology teaching than they have been so far.

Keywords: *inquiry based learning, practical work, centre of excellence*

MOJI PRVI LISTOVI

Jednostavan ključ za određivanje

Autorica: prof. dr. Barbara Bajd

Stručna urednica, prijevod i prilagodba: doc. dr. sc. Žaklin Lukša

Recenzentica: dr. sc. Zorana Sedlar

MOJI PRVI LISTOVI su jednostavan dihotomski ključ koji obuhvaća:

- 24 drvenaste listopadne vrste, često prisutne u Hrvatskoj
- fotografije listova u boji, nekih cvjetova i plodova koji mogu pomoći u što točnijem određivanju vrste
- kratke opise izabranih vrsta.

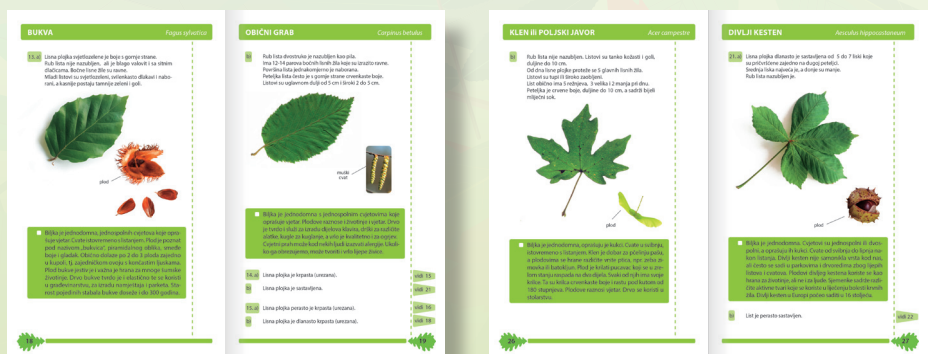
Ovaj jednostavan ključ namijenjen je svim ljubiteljima prirode, bez obzira na godine, i pomoći će razvoju temeljnih kompetencija važnih za prirodno-znanstvenu pismenost.

Uz pomoć njega moći ćete:

- upoznati raznolikost oblika listova
- promatrati i pronalaziti sličnosti i razlike između organizama
- razlikovati osnovne listopadne vrste u svom okruženju
- usvojiti princip korištenja dihotomskih ključeva
- usvojiti osnovne principe razvrstavanja organizama u biologiji, te uočiti raznolikost živog svijeta
- shvatiti važnost opažanja detalja i upotrebe različitih osjetila u istraživanju organizama oko sebe.

Najlakši način prepoznavanja drveća je prema listovima, i to prema obliku, različito oblikovanom rubu lista, rasporedu žila na njemu, ali i prema ostalim obilježjima cijelog drveta kao što su struktura i boja kore, raspored grana, oblik krošnje i sl. Osim promatranja možemo koristiti i opip jer su neki listovi glatki, neki hrapavi ili pak dlakavi, mekani, tvrdi i sl.

Ova knjižica napisana je u obliku jednostavnog ključa za određivanje manjeg broja vrsta koje su nabrojane na početku ključa. Stručni ključevi za određivanje vrsta često su vrlo zahtjevni i sadrže velik broj stručnih pojmova i podataka te zahtijevaju veliko predznanje kako bismo se njima mogli koristiti. U jednostavnim ključevima poput ovog obuhvaćen je manji broj vrsta pa ne možemo odrediti sve poznate vrste, ali obuhvaćene su one s kojima se učenici češće susreću. Ovaj ključ sastavljen je na principu dihotomskog određivanja. Popratni opisi osnovnih obilježja napisani su u obliku dviju izjava (a ili b) te učenici trebaju izabrati koja od njih najbolje odgovara promatranom organizmu. Nakon toga ponovno se otvaraju dvije nove mogućnosti sve dok ne dođe do konačnog rješenja. Učenici na taj način opažaju specifičnosti organizama, promatraju, uočavaju raznolikosti te koriste različita osjetila što je izuzetno važno za proces učenja. Kad god je to moguće, učenici mogu koristiti i druga osjetila pa listove mogu opipati, neke dijelove biljaka i pomirisati, slušati neke organizme, a ponekad čak i kušati (na primjer različite jestive plodove). Promatranje, opisivanje i razvrstavanje su metode koje su važne u znanosti, a djeca ih na ovaj način uče u najranijoj dobi.



MORSKI PUŽEVI I ŠKOLJKAŠI

Jednostavan ključ za određivanje

Autorica: prof. dr. Barbara Bajd

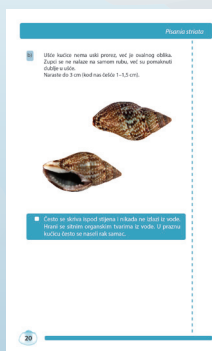
Stručna urednica, prijevod i prilagodba: doc. dr. sc. Žaklin Lukša

Recenzentica: izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

Ne postoje dvije potpuno jednake kućice ili školjke!

Kućice ili školjke za puževe i školjkaše su kao »kućice« koje im pružaju sklonište i zaštitu od predatora.

- Knjižica je pisana kao jednostavan ključ za određivanje morskih puževa i školjkaša s ciljem razvoja vještina opažanja i uočavanja razlika među organizmima – prema veličini, obliku, boji i drugim zanimljivim detaljima i uzorcima.
- S pomoću ključa možemo razlikovati pojedine vrste životinja prema njihovim kućicama i školjkama koje prikupimo na morskoj obali ili dok ronimo u Jadranskom moru. Možemo napraviti malu zbirku kućica i školjaka.
- U ključu su, gdje je to bilo moguće, navedeni hrvatski nazivi vrsta, a uz to i njihovi stručni latinski nazivi.
- Upoznavanje različitih morskih vrsta koje nalazimo u našem moru pridonosi usvajanju znanja, ali i razvoju ljubavi prema prirodi i želje za zaštitom i očuvanjem prirode.



Agencija za odgoj i obrazovanje odobrila je upotrebu knjižica *Moji prvi listovi, jednostavan ključ za određivanje* i *Moji prvi morski puževi i školjkaši, jednostavan ključ za određivanje* kao pomoćnih nastavnih sredstava u nastavi za Prirodu i društvo, Prirodu i Biologiju u osnovnoj školi te Biologiju u gimnaziji (1.-4. razred). Klasa: 602-09/17-01/0009. Urbroj: 561-03030/7-18-2. Zagreb, 2. siječnja 2018.



Hart Publishing
Rožna dolina c. 1/26, 1000 Ljubljana
IBAN HR7224020061100852993

Informacije i narudžbe:
hartpublishing@gmail.com
+386 41 636 503

www.hartpublishing.si

NARUDŽBENICA

Naslov knjige	ISBN	Cijena	Broj primjeraka
Moji prvi LISTOVI	978-961-6882-31-6	80 kn	
Moji prvi MORSKI PUŽEVI I ŠKOLJKAŠI	978-961-6882-30-9	80 kn	

Ime i prezime ili naziv škole:

Ulica i broj:

Poštanski:

Mjesto:

Račun:

OIB:

E-adresa:

Mjesto, datum, potpis: