



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ
МЕТОДИКА НАСТАВЕ БИОЛОГИЈЕ

**ЕФИКАСНОСТ ПРИМЕНЕ
ЕЛЕКТРОНСКОГ УЏБЕНИКА
У НАСТАВИ БИОЛОГИЈЕ
У ГИМНАЗИЈИ**

– ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА –

Ментор:
Проф. др Томка Миљановић

Аутор:
мр Јованка Терзић

Нови Сад, 2016. године

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	4
SUMMARY	6
ПРЕДГОВОР	8
1. УВОД	9
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	11
2.1. Традиционална настава	11
2.2. Савремена настава	12
2.3. Коришћење рачунара у настави	13
2.4. Електронски уџбеници	15
2.4.1. Дефинисање и развој електронског уџбеника	15
2.4.2. Увођење електронских уџбеника у наставу	16
2.4.3. Ефекти примене електронских уџбеника у настави	17
2.4.4. Електронски уџбеници у настави биологије	22
2.5. Електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера	23
3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	31
3.1. Проблем истраживања	31
3.2. Предмет истраживања	32
3.3. Циљ истраживања	32
3.4. Задаци истраживања	32
3.5. Хипотезе истраживања	33
3.6. Варијабле истраживања	34
3.7. Методе истраживања	34
3.7.1. Метода теоријске анализе и дескриптивна метода	34
3.7.2. Експериментална метода са паралелним групама	35
3.7.3. Методе педагошке статистике	35
3.8. Технике и инструменти истраживања	36
3.8.1. Иницијални тест	36
3.8.2. Финални тест и ретест	37
3.8.3. Анкета за ученике експерименталне групе	37
3.8.4. Анкета за професоре биологије који раде у гимназији	38
3.9. Узорак истраживања	38
3.10. Експериментални фактори и модели истраживања	39

3.11. Пројекат експерименталног истраживања	40
3.12. Време провођења педагошког експеримента	41
3.13. Методичка упутства за обраду садржаја из биологије	41
3.13.1. Обрада садржаја наставне теме <i>Основи молекуларне биологије</i> у Е и К групи	41
3.13.2. Припрема професора биологије за спровођење педагошког експеримента	42
3.13.3. Припрема ученика	43
3.13.4. Преглед етапа примене електронског уџбеника	43
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	46
4.1. Успех ученика Е и К групе из биологије на крају III разреда гимназије	46
4.2. Резултати иницијалног тестирања	48
4.3. Резултати финалног тестирања	49
4.4. Резултати ретестирања	54
4.5. Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе	59
4.6. Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту	65
4.7. Анализа резултата анкете за ученике експерименталне групе	72
4.7.1. Општи ставови ученика Е групе о учењу	73
4.7.2. Испитивање ставова ученика Е групе о квалитету електронског уџбеника	75
4.7.3. Ставови ученика Е групе о њиховој улози	78
4.7.4. Позитивни и негативни ставови ученика Е групе	81
4.8. Анализа резултата анкете за професоре о начају примене рачунара и електронског уџбеника у настави биологије	85
4.8.1. Структура узорка професора биологије	85
4.8.2. Спремност професора за увођење иновативног модела у наставу биологије	93
5. ЗАКЉУЧАК	96
6. ЛИТЕРАТУРА	100
7. ПРИЛОГ	110
7.1. Иницијални тест	110
7.2. Финални тест и ретест	117
7.3. Преглед писаних припрема наставника за реализацију наставне теме <i>Основи молекуларне биологије</i> у експерименталној групи	122
7.3.1. Увод у молекуларну биологију	122
7.3.2. Молекулска основа наслеђивања-нуклеинске киселине	128
7.3.3. Вежба- Изоловање ДНК из свежег биљног материјала	140
7.3.4. Молекулска основа наслеђивања-протеини	142

7.3.5. Утврђивање предмета и значаја молекуларне биологије.....	152
и молекулске основе наслеђивања	152
7.3.6. Геном и ген.....	159
7.3.7. Репликација ДНК.....	170
7.3.8. Транскрипција.....	178
7.3.9. Генетички код и транслација	198
8.3.10. Утврђивање генома, гена, репликације, транскрипције,	207
7.3.12. Молекуларна биотехнологија.....	225
7.3.13. Утврђивање регулације активности гена и молекуларне биотехнологије	235
7.3.14. Систематизација наставне теме <i>Основи молекуларне биологије</i>	241
7.4. Анкете за ученике и наставнике	243
7.4.1. Анкета за ученике о примени електронског уџбеника	243
7.4.2. Анкета за професоре биологије о примени	246
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	248
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА	249

РЕЗИМЕ

Због интензивног развоја науке и технике, савремено друштво одликује нагло повећање броја информација. То се нарочито односи на интензитет развоја информационих и комуникационих технологија (ИКТ), које су нашле примену у свим сегментима живота савременог човека, укључујући и образовање.

Савремено образовање треба да прати развој друштва. Због тога се постављају нови циљеви образовања који треба да омогуће да се ученици што ефикасније укључе у токове савременог живота. Савремена настава се не може замислити без примене савремених наставних метода, наставних средстава и помагала. Зато све ове промене прате дидактика и методике наставе појединачних наставних предмета и трагају за иновативним моделима наставе који повећавају њену ефикасност и квалитет. Један од тих модела су интерактивни електронски уџбеници који се увелико користе у развијеним земљама.

У Републици Србији је мало интерактивних електронских уџбеника који прате наставне програме појединих предмета. Због тога постоји и мало радова у којима су анализирани ефекти њихове примене у настави. За потребе израде ове докторске дисертације направљен је интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера. Реализацијом педагошког истраживања са паралелним групама: експерименталном (Е група у којој је коришћен електронски уџбеник) и контролном (К група у којој се одвијала традиционална настава и за учење градива биологије коришћен класични штампани уџбеник биологије) сагледана је ефикасност примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу.

На основу резултата педагошког истраживања које је спроведено на узорку од 167 ученика (85 ученика у Е групи и 82 ученика у К групи), разлике у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту у корист Е групе су статистички значајне на појединачним когнитивним нивоима (познавање чињеница, разумевање појмова и примена знања), као и на тестовима у целини.

Резултати финалног теста су потврдили већу ефикасност наставе биологије уз примену електронског уџбеника ((већи ниво знања ученика Е групе) у односу на традиционалну наставу (у К групи), нарочито на когнитивном домену примена знања.

Резултати ретеста су потврдили већу трајност (квалитет) знања из биологије усвојеног применом електронског уџбеника Е групе у односу на К групу (знање стечено традиционалним метода рада у настави биологије). Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе је резултат примене електронског уџбеника и индивидуалног облика рада у настави биологије.

Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе препоручује израду и коришћење електронских уџбеника урађених према важећим наставним програмима, не само у настави биологије, већ и других наставних предмета.

Ученици Е групе су изнели позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије. То показује да ученици гимназије прихватају иновативан модел рада као и да су заинтересовани за учење биологије на овај начин. Наставници биологије који раде у гимназији су такође имали позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије. Млађи наставници са мањим

радним искуством у настави су имали позитивније опште ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије.

Иако у Републици Србији постоји само неколико интерактивних електронских уџбеника који прате наставне програме појединачних предмета, резултати истраживања изложени у овој докторској дисертацији препоручују њихову већу заступљеност у савременој настави биологије и других предмета у гимназији. Ученици и наставници биологије су спремни за увођење овог иновативног модела у наставу.

Аутор

Кључне речи: интерактивни електронски уџбеник, савремена настава, традиционална настава, ефикасност наставе

SUMMARY

Due to intensive development of science and technology, the contemporary society faces a sudden increase in the amount of information. This particularly refers to the intensity of the development of information and communication technologies (ICT) which found their purpose in all segments of life of a modern man, including education.

Contemporary education has to keep up with the development of the society. For this reason, new educational goals which need to enable more efficient involvement of students into the trends of the modern life are being set. Modern teaching cannot be imagined without the application of modern teaching methods, teaching tools and aids. Therefore, didactics and the methodology of individual subjects keep up with these changes searching for innovative models of teaching which enhance its efficiency and quality. One of these models includes interactive electronic textbooks which have already been put into use in developed countries.

In the Republic of Serbia, the number of interactive electronic textbooks in compliance with the curricula of individual subjects is rather small. Therefore, there are only few papers which analyse impacts of their use in teaching. For the purpose of developing this doctoral thesis, an interactive electronic textbook in Biology for students attending the fourth year of the science grammar school has been made. After the implementation of pedagogical research conducted on parallel groups: experimental (in which electronic textbook was used) and control (with traditional teaching methods and with classical printed Biology textbook used for teaching Biology lessons), the efficiency of using electronic textbook in Biology classes in grammar schools was analysed compared to the traditional teaching methods.

Based on the results of pedagogical research conducted on the sample of 167 students (85 students in the E group and 82 students in the C group), differences in the performance of students in E and C groups at the final test and re-test speak in favour of the E group and they are statistically significant at individual cognitive levels (knowledge of facts, understanding of concepts and application of knowledge) as well as at all tests.

The results of the final test confirmed greater efficiency of Biology classes in which electronic textbook was used ((Greater level of knowledge in students from the E group) in comparison to traditionally taught classes (in the C group), especially in the cognitive area of knowledge application.

The results of the re-test confirmed greater durability (quality) of Biology knowledge gained by using the electronic textbook in students from the E group than students in the C group (knowledge gained by traditional Biology teaching methods). Greater achievement of students from the E group in the final test and re-test compared to students from the C group is the result of the use of electronic textbook and individual work form in Biology classes.

Greater achievement of students from the E group in the final test and re-test compared to students in the C group recommends the preparation and use of electronic textbooks developed according to the current curricula, not only in Biology classes but for other school subjects as well.

Students from the E group positively commented the use of electronic textbooks in Biology classes. It shows that grammar school students accept the innovative work model as well as that they are interested in studying Biology in such manner. Biology teachers employed in the grammar school also had positive comments regarding the use of electronic textbook in Biology classes. Younger teachers with less work experience had more positive general views regarding the use of electronic textbook in Biology classes.

Although there are only few interactive electronic textbooks in the Republic of Serbia covering the curricula of individual school subjects, the research results presented in this doctoral thesis recommend their wider use in modern Biology classes and other subjects in grammar school. Students and Biology teachers are ready for the introduction of this innovative model in their teaching.

Author

Key words: interactive electronic textbook, modern tools, traditional teaching, effectiveness of teaching

ПРЕДГОВОР

Смањено интересовање младих за студије природних наука и математике је већ дуго присутан проблем, не само код нас већ и у развијеним земљама. У погледу интересовања средњошколаца за упис студија на наставничким профилима ситуације је још неповољнија. Иако су ови подаци алармантни, а њихове последице у друштву увелико видљиве, у структурама Министарства просвете, нема подстицаја, којима би се ови проблеми макар ублажили.

Незаинтересованост младих за природне науке делом потиче и од начина на који се оне предају у школама, нарочито у гимназији, утолико пре што од најранијих дана код деце постоји жеља за проучавањем природе и њених законитости. Међутим, та њихова знатижеља се временом угаси лошим презентовањем садржаја природних наука у основној и средњим школама. Због тога је кључни изазов образовања развој нове визије наставе природних наука и математике, која ће одговарати потребама савременог живота, али и потребама самих ученика, без обзира да ли ће се они касније бавити природним наукама или не.

Уџбеници, који су још увек примарни извори знања, имају важну улогу у наставном процесу у основној и средњим школама. Међутим, класични штампани уџбеници су прилагођени просечном ученику, што је један од узрока неуспеха класичног учења и стицања знања. Уместо тога, треба тежити што већој индивидуализацији наставног процеса, односно што више прилагодити наставу сваком ученику. То се, између осталог, може постићи коришћењем интерактивног електронског уџбеника. Такви уџбеници се подједнако прилагођавају и ученицима који теже усвајају наставно градиво и надареним ученицима. Њиховим коришћењем се код ученика повећава мотивација за рад, јер у учењу напредују властитим темпом, а уз то су и активни у току сваког часа.

Реализацијом педагошког истраживања са паралелним групама (експерименталном и контролном), у овој докторској дисертацији је анализирано да ли примена електронског уџбеника у настави биологије у гимназији доводи до жељених промена у образовно-васпитном раду и резултира повећањем квантитета и квалитета знања ученика и њиховој већој мотивацији за учење биологије.

1. УВОД

У нашем образовном систему је још увек доминантно заступљена традиционална настава, која је заснована на вербално-текстуалним наставним методама и фронталном облику рада. Таква настава не може да одговори захтевима савременог друштва, у коме се због брзог развоја науке и технике, многоструко увећавају информације које се брзо размењују. Да би данашњи ученици, били корисници и носиоци промена у друштву, они се морају стално усавршавати и образовати. Зато је задатак савремене школе да ученицима пружи добро основно знање и да их оспособи за самостално доживотно образовање које ће бити руковођено развијеном унутрашњом мотивацијом.

Савремена настава треба да омогући повећање обима и квалитета знања ученика и већу примену информационо-комуникационих технологија (ИКТ), у првом реду рачунара. Њихово коришћење у настави доводи до промене класичних наставних метода и облика рада у интерактивне, при чему се настава прилагођава индивидуалним способностима, интересовањима и могућностима ученика. Рачунари су још крајем прошлог века нашли широку примену у свим сегментима људског друштва, укључујући и образовање. Да би њихова примена у настави била што ефикаснија, потребно је технички опремити учионице и кабинете у нашим школама рачунарима и интернетом. Тиме се „класичне учионице и облици рада не искључују, него им се додаје нова технологија која интегрише позитивне елементе традиционалне технологије мењајући положај ученика и наставника у намери да се повећа активно учешће и стално праћење његовог напредовања“ [1]. Употреба рачунара у настави доводи и до промене у коришћењу наставних средстава. Тако, мултимедијални образовни софтвери и електронски уџбеници полако, али успешно замењују класичне штампане уџбенике.

Основне особине електронског уџбеника су мултимедијалност и интерактивност, које веома позитивно утичу на процес учења. Осим у настави, електронски уџбеници имају позитивне еколошке, економске, здравствене и социјалне ефекте. Због тога су у многим земљама покренути пројекти замене класичних штампаних уџбеника електронским, што није случај и код нас. У нашој земљи постоји само неколико електронских уџбеника за поједине предмете, углавном за основну школу. За гимназију постоје само интерактивни електронски уџбеници физике за 1. и 2. разред, издавачке куће Klett.

Према важећем Наставном плану за гимназију у Републици Србији, наставни предмет биологија је заступљен у сва четири разреда општег и природно математичког смера и у прва три разреда гимназије друштвено-језичког смера. Биолошки садржаји који се изучавају у гимназији на свим смеровима чине важан сегмент општег образовања и утичу на развој личности ученика. Они такође представљају добру основу за даље образовање. Због тога је важно биолошке садржаје што боље приближити ученицима, како би их они разумели и усвојили, а усвојена знања користили у реалним животним ситуацијама.

Према важећем програму биологије у IV разреду гимназије природно-математичког смера, заступљене су наставне теме: *Основи молекуларне биологије, Механизми наслеђивања, Биологија развића животиња, Основни принципи еволуционе биологије и Екологија, заштита и унапређивање животне средине и одрживи развој* [2]. За ученике гимназије су ови садржаји апстрактни и тешки и захтевају повезивање

стечених знања из природних и друштвених наука. Са друге стране, ови садржаји су изузетно важни за разумевање биолошких процеса, затим настанка, развоја, промена и очувања живог света на Земљи, као и за развој еколошке свести и свести о одрживом развоју. Због тога је током њихове обраде неопходно користити ефикасне моделе наставног рада, како би их ученици што боље разумели, а усвојена знања применили у реалним животним ситуацијама.

У нашим школама (основним и средњим) биолошки садржаји се углавном реализују традиционалном наставом. Због тога су знања наших ученика краткотрајна и неупотребљива. Савремена методика наставе биологије трага за ефикаснијим моделима обраде биолошких садржаја на свим нивоима образовања. Зато је у оквиру ове докторске дисертације направљен електронски уџбеник за IV разред гимназије природно-математичког смера, који у потпуности прати Наставни програм биологије у овом разреду. Извођењем педагошког експеримента са паралелним групама, сагледана је ефикасност реализације наставне теме *Основи молекуларне биологије*, применом електронског уџбеника (у експерименталној – Е групи) у односу на традиционалну наставу (у контролној – К групи). Поређењем резултата ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту, сагледане су вредности овог иновативног модела наставе. Такође су анализирани ставови ученика Е групе и професора биологије о значају примене рачунара и електронског уџбеника у настави биологије у гимназији.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Савремено друштво одликује интензиван развој науке, технике и технологије и брзе промене праћене увођењем нових технологија у свим сферама живота, укључујући и образовање. У таквим условима, систем образовања треба да буде тако организован „да нове генерације могу што лакше и што безболније заузети своја места у новим технолошким и друштвеним околностима“ [3]. У таквим условима мења се и положај школе, која више није само пасиван прималац утицаја из окружења, већ активан креатор друштва. Данашње школе добијају нову, квалитативно другачију улогу у друштву, улогу носиоца промена. Као такве, школе су подложне иновацијама [4]. Због интензивног развоја дидактичких медија, који се све више примењују у настави, XXI век ће представљати прекретницу у начину реализације наставног процеса и примене савремене информационо-комуникационе образовне технологије у настави [5].

Настава је сложен континуирани васпитно-образовни рад између ученика и наставника с циљем стицања знања, умења и вештина. Њене основне компоненте су: наставник, ученици, наставни садржаји које ученици треба да савладају и наставна средства и помагала. Друштво у највећој мери одређује циљеве и задатке наставе, који се могу груписати у три основне групе:

- материјални – који подразумевају стицање одређених знања, вештина и умења,
- формални – обухватају психички и физички развој ученика и
- васпитни задаци – који представљају усвајање васпитних вредности.

Задаци наставе се утврђују Наставним планом и програмом за сваки предмет. Васпитно-образовни рад се реализује помоћу две врсте наставе:

- основне: редовна, допунска и додатна настава,
- посебне: наставне екскурзије, тимска, програмирана, проблемска, настава помоћу рачунара,...

Целовито обликовање наставног процеса назива се наставни систем, који се одликује специфичним везама између појединих компонената наставе. Ове системе можемо поделити у две основне групе: традиционални и савремени наставни систем. Основна разлика у овим системима је у положајима ученика и наставника у наставном процесу. У традиционалном, наставник је у центру система и једини извор знања за ученике, док је у савременом систему ученик у центру, док је наставник само један од извора ученичког знања.

2.1. Традиционална настава

Традиционална настава (или како се још назива „Стара школа“) је настава која се одвија преко 350 година. Њен творац, Јан Амос Коменски, један од најпознатијих и најутицајнијих педагога свог времена, је још у XVII веку осмислио разредно-предметно-часовни систем наставе, који се примењује и данас.

Традиционална настава је веома економичан систем, јер један наставник може истовремено да ради са већом групом ученика, односно са целим одељењем. Управо из тог разлога, овај систем је још увек доминантно заступљен на свим нивоима образовања. У традиционалној настави, наставник више или мање успоставља комуникацију и интеракцију са ученицима, пред којима су исти циљеви и задаци учења,

због чега је њихова активност усмерена искључиво на наставника. Радећи са већом групом ученика, наставник мора да прилагоди садржаје имагинарном просечном ученику, због чега је велики број ученика неактиван. Ученици чије су способности изнад тог просека, брже савладавају наставне садржаје и у остатку времена се на часу досађују, док ученици који су испод просека, не могу да прате предавања, због чега се и они досађују. Због тога је веома тешко одржати пажњу, мисаону активност и дисциплину ученика на часовима. На таквим часовима ученици су пасивни посматрачи у наставном процесу, јер на њима не постоји ни интеракција између самих ученика.

Традиционалну наставу одликује фронтални облик рада, чији назив потиче од положаја наставника и ученика у процесу учења, односно наставник се углавном налази испред ученика (тзв. фронтална позиција). Овај облик рада се одликује примарном предавачком функцијом наставника, при чему код ученика развија механичко учење и репродукцију знања. Према истраживању Малинић [6] то може бити први од три кључна фактора неуспеха у учењу. Фронталном наставом се фаворизује учење из књига, чиме се смањује могућност за самосталним трагањем за информацијама и развијање свести о потреби самообразовања. Поред тога смањује се и унутрашња мотивација за стицањем знања, а фаворизује спољашња, која се огледа у задовољењу очекивања родитеља и наставника, добијањем добрих оцена [7]. Знања стечена на овај начин су углавном вербална и брзо се заборављају, јер нема довољно могућности за повезивање теорије и праксе. Традиционална настава је „формализована, вербализована и недовољно очигледна што смањује трајност знања и повезивање теорије са реалним животом“ [8]. Она не води рачуна о подједнаком поштовању и развијању образовних, васпитних и функционалних задатака наставе. У таквој настави занемарује се формирање ставова, научног погледа на свет и оспособљавање ученика како да уче, мисле и припремају се за перманентно образовање. Међутим, поред низа недостатака, она има и неке предности, као што су: рационалан, контролисан и економичан начин учења. Управо због тих предности, традиционална настава је присутна и у савременом образовању, али са одређеним изменама и допунама.

2.2. Савремена настава

Почетком XX века „под утицајем конструктивизма и става да се ученику знање не може дати, нити директно пренијети, у готовом и унапред одређеном облику“ [9] долази до развоја савремене наставе (или како се још назива „Нове школе“ или „Савремене школе“). У њој долази до драстичних промена положаја наставника и ученика у процесу стицања знања, јер је она усмерена на ученике и учење. Ученик се сада налази у центру наставног система, а знања црпи из различитих извора, при чему је наставник само један од њих. Ученици сопственим активностима морају да конструишу своје знање кроз активну или интерактивну наставу. Циљ овакве наставе није само усвајање знања, већ и развијање интелектуалних и социјалних потенцијала ученика.

Како би се учење прилагодило различитим способностима и интересовањима ученика, приступа се индивидуализацији наставе, чији је главни циљ „научити ученике учењу, формирати код њих позитивну мотивацију за учење и ослободити потенцијалне способности сваког појединог ученика“ [10]. На тај начин је омогућено да сваки ученик сопственим темпом успешно савлада сваку фазу у процесу учења, што повећава квалитет наставе. Индивидуализација наставног процеса може бити потпуна и делимична. Потпуна индивидуализација се реализује састављањем задатака за сваког појединачног ученика који су прилагођени његовим специфичностима. У делимично

индивидуализованој настави сви ученици добијају сличне или исте задатке које самостално решавају у складу са својим способностима [11].

Због свих промена које савремена настава доноси, долази неминовно и до промене улоге наставника у наставном процесу. Он више „не „држи“ само часове и није главни извор информација, већ особа која посматра, организује, стимулише, вреднује, фаворизује различите процесе учења и зна да примени, када је то потребно, одређене стратегије компензације“ [10]. Он је и даље изузетно значајан елемент у настави, јер од наставника у великој мери зависе постигнућа ученика у учењу, нарочито у савременој настави. „Васпитно-образовна улога наставника у савременој настави је све сложенија, значајнија и деликатнија, јер он треба да унесе промене у циљу унапређивања и осавремењавања праксе и активирања ученика“ [12].

2.3. Коришћење рачунара у настави

Да би одговорила свим захтевима динамичног развоја данашњег друштва савремена настава се у великој мери ослања на примену савремених наставних средстава и помагала, који су базирани на информационо-комуникацијским технологијама. Циљ њихове примене „је да:

1. олакша и унапреди људско учење,
2. повећа ефикасност наставе и процеса учења,
3. се постигну образовни циљеви,
4. повећа број извора знања и корисника медија; итд.“ [13].

Најширу примену од ИКТ у настави имају рачунари, који су присутни у свим нивоима образовања и у свим сегментима наставног процеса. Они „омогућавају сасвим нову организацију наставно-васпитног рада, примерену индивидуалним способностима и интересовањима ученика, а затим осигуравају бржу и ефикаснију емисију, трансмисију и апсорпцију знања“ [14]. „Примјена рачунара у настави омогућава да се реализују разни нивои и облици наставног процеса, као што су коришћење разних база података, рјешавање проблемских ситуација, моделовање различитих наставних етапа и проблема, реализација индивидуалног учења путем образовних дидактичких софтвера“ [15].

Бројна истраживања су показала да примена рачунара у настави повећава ефикасност наставе. Једно од првих, спроведено је 1982. године у америчким школама у настави математике, где је осим повећања постигнућа ученика у знању уочен и позитиван ефекат на самопоуздање ученика, јер су били ослобођени страха како од подсмеха других ученика због евентуалног неуспеха, тако и страха од наставника [16]. Примена рачунара код ученика утиче на развој апстрактног мишљења, меморије и самосталности у учењу, као и самоодговорности за (не)успехе. Они пружају ученику бројне информације брзо, тачно и ефикасно, због чега му омогућавају „више времена за обављање радњи које ће утицати на развијање способности увиђања, решавања проблема и стваралачког духовног потенцијала“ [14]. Истражујући ефекте примене рачунара у настави географије, Ивков-Цигурски и сар. наводе да је „највећи значај рачунара као наставног средства у томе што се помоћу њега могу обрадити и најсложенији географски садржаји на занимљив и реалистичан начин, што ће ученицима омогућити лакше схватање и брже савладавање градива“ [17]. У свом истраживању Mirzayantz Ђукић наводи да се применом рачунара у настави страних језика „стварају аутентична окружења у којима ученици могу да вежбају језик са изворним говорницима, позитивно подстичу мотивацију, омогућавају наставницима да помоћу интерактивних материјала сходно потребама и језичкој компетенцији ученика

подстичу ученике на самосталан рад“ [18]. Према Даниловићу рачунари су „подстакли развитак наставног процеса у областима: симулирања околности у којима се учи; аутоматизовању извора и средстава за пружање повратних информација; помоћи у припреми и процењивању наставних материјала; интегрисању наставних медија (филм, видео, ТВ и текст) како за групну тако и за индивидуалну наставу; примењивању компјутера ради обрађивања и прикупљања великог броја података ради контролисаног посматрања и рационализовања интеракције између наставника и ученика“ [13]. Примена рачунара у настави више „није само техничко питање, већ изузетно значајно друштвено питање, педагошко и хуманистичко питање које захтева и претпоставља значајне промене у организацији наставе и васпитно-образовног процеса у целини“ [14].

Због сталног развоја образовне технологије, наставници добијају нове улоге које нису уско повезане са њиховом струком. Они морају стално да се информатички усавршавају како би могли што боље искористити потенцијале савремених технологија у циљу подизања квалитета наставе. Због тога се многобројним улогама наставника, данас додају и планирање, програмирање, организација и реализација васпитно-образовних садржаја [12].

Позитивни ефекти примене рачунара су многобројни, због чега се у многим земљама настава не може замислити без рачунара. Један од најбољих образовних система у свету је у Јужној Кореји, чији су ученици на многобројним тестирањима у самом светском врху што се тиче дигиталне писмености. И много мање развијене земље су такође много урадиле на пољу увођења рачунара у школе. Једна од њих је Уругвај, у којој је покренут програм „Један лаптоп по детету“ где се очекује да ће у скорије време у школама бити омогућена индивидуална настава помоћу рачунара [19]. И у нашој земљи и земљама у нашем окружењу, последњих година се интензивно ради на увођењу рачунара и Интернета у свим школама. У Црној Гори су од школске 2014/2015. године уведени таблет рачунари и електронски уџбеници у поједина експериментална одељења основних школа и у средњој школи за информационе технологије. Према истраживању које је спроведено 2012. године у Републици Србији се „не постиже ни светски просек снабдевања рачунарима становништва на 1000 становника“ [20]. Како би се овај проблем бар делимично ублажио спроведен је пројекат „Дигитална школа“ у оквиру којег је око 95% основних школа опремљено дигиталним учионицама. Средње школе и гимназије се такође интензивно опремају рачунарском опремом из различитих извора. Влада Републике Србије усвојила је Стратегију развоја информационог друштва до 2020. године у којој се истиче неопходност интегрисања ИКТ-а у све аспекте образовног система у циљу „ефикаснијег и ефективнијег образовања“ [21].

Рачунари се не морају користити за учење само на часовима у школи. Они су данас финансијски веома доступни, због чега их већина ученика поседују код куће. То им омогућава да стичу разноврсна знања која су у складу са Наставним планом и програмом, као и да их у многоме прошире [22].

Развој рачунара, као наставног помагала неминовно је довео до промена и развоја нових наставних средстава, у првом реду образовних софтвера. Образовни рачунарски софтвер обухвата програмске алате за подршку организације наставе и учења, који су намењени свим учесницима у наставном процесу [23]. „У оквиру информатичких технологија у образовању, један од тренутно најзначајнијих, али и најкомплекснијих путева, који би могли да остваре напредније, жељене циљеве у настави, води линијом примене образовних рачунарских софтвера“ [24]. Њихова примена у настави има велики утицај на позитивну мотивацију ученика, јер „буди њихова интересовања, што на забаван начин од њих изискује да употребе све своје

способности и своја предзнања“ како би усвојили ново наставно градиво [25]. Због тога образовни рачунарски софтвери имају све ширу примену у процесу стицања знања и вештина. Најкомплетнији облик образовног рачунарског софтвера представља електронски уџбеник (е-уџбеник), који је базиран на мултимедијалности и интерактивности.

2.4. Електронски уџбеници

2.4.1. Дефинисање и развој електронског уџбеника

Иако имају широку примену у образовању, електронски уџбеници још увек нису у потпуности дефинисани. Многи истраживачи им дају врло једноставне углавном техничке дефиниције, које не обухватају њихове задатке и циљеве. Неке од њих су да је електронски уџбеник садржај објављеног уџбеника доступан читаоцима у електронској форми [26] или да се под појмом електронски уџбеник подразумева уџбеник који је доступан у дигиталном или електронском формату [27]. Разлог за такву дефиницију је вероватно што су дуго времена, то били уџбеници који су могли само да се читају помоћу минијатурних електронских читача (е-читачи). Међутим развојем рачунара и програмских језика, електронски уџбеници су откривали широку лепезу својих функција, иако још увек нису у потпуности дефинисани.

У нашој земљи, није одређено место електронског уџбеника, ни у Закону о основама система образовања и васпитања, ни у Правилнику о стандардима квалитета уџбеника [28], где се помињу само додатни дидактички материјали у електронским издањима. „Квалитетно електронско издање мора да се прилагођава различитим способностима, интересовањима и предзнањима ученика који га користе“ [29]. Због тога се може сматрати да стандарди квалитета који важе за штампане уџбенике, важе и за електронске уџбенике. Васиљевић и сар. закључују „да би електронски уџбеник био оптималан сценариј за будући процес учења, он мора бити добро дидактичко-методички обликован, а то значи заснован на законитостима наставног процеса, законитостима развоја ученика“ [30]. Електронски уџбеник је подврста е-књиге са својим специфичностима чији је „вишемедијални динамички садржај подложен сталним променама“ [30]. „Е-уџбеник се може дефинисати и као дигитални ресурс за учење, као средство које, у потпуности или делимично, замењује штампане медије, при чему његова употреба захтева одређена техничка средства и подршку“ [31]. Неки аутори сматрају да је то „дигитални документ који у себи садржи елементе класичног уџбеника (текст и слике) и интерактивне елементе – аудио/видео записе, различите тестове, симулације, аплете и дидактичке игре“ [32]. Иако још увек не постоји јасна и прецизна дефиниција електронског уџбеника, може се рећи да је то савремено наставно средство, базирано на примени ИКТ у настави, чији мултимедијални садржаји у потпуности прате Наставни програм.

Електронски уџбеник је наставно средство које се највише и најбрже мења. Прва електронска књига је настала пре скоро пола века, односно 1971. године, када је студент универзитета у Илиноису, Michael S. Hart, објавио у електронском облику америчку Повељу независности. То је уједно био и почетак пројекта којег је назвао „Гутенберг“ по творцу штампарске пресе Johannesu Gutenbergu. Овај пројекат постоји и данас, а залаже се за креирање електронских књига и њихово бесплатно дистрибуирање интернетом. Одмах су уочене предности оваквих издања у односу на штампане, што је и искоришћено за потребе наставе. Те прве варијанте електронског уџбеника су служиле само за читање помоћу различитих уређаја (е-читача), а израђивале су се у

различитим форматима-Mobipocket, Image files, e-guide, HTML или PDF. Касније су таква издања почеле да се обогаћују разним мултимедијалним елементима: сликом, звуком, филмовима и анимацијама, што је довело до великог повећања њиховог квалитета. Убрзо после тога су се појавили интерактивни електронски уџбеници, којима је знатно повећана активност ученика у процесу учења. Неки од њих садрже и виртуалног татора, који прати учеников рад и помаже му у учењу, а податке прослеђује наставнику како би он наставу прилагодио способностима ученика. На овај начин настава се прилагођава сваком појединачном ученику, јер је обезбеђена двосмерна комуникација на релацији ученик↔наставник. Најсавременији електронски уџбеници омогућавају кооперативно учење, јер нуде и виртуално окружење које такво учење омогућује. Они се могу приказивати на различитим платформама: од стоних рачунара до преносних уређаја као што су iPad, Android уређаји, Kobo, Kindle... Њихове апликације омогућавају маркирање текста, додавање белешки у тексту, конверзацију с другим особама (chat) и размену наставних садржаја између саговорника.

2.4.2. Увођење електронских уџбеника у наставу

Примена електронских уџбеника у настави има дуги низ позитивних ефеката, како на сам процес усвајања знања ученика, тако и на друштво у целини због чега су нашли велику примену у образовним системима многих држава. У неколико земаља већ је покренут пројекат замене стандардних штампаних уџбеника електронским. Међу првима је била Јужна Кореја у којој је 2008. године покренут пилот пројекат увођења електронских уџбеника у наставу, који је дао одличне резултате, због чега је у овој земљи одлучено да се до 2015. године у потпуности пређе на коришћење електронских уџбеника у свим државним школама. Такође су почели стварање „паметних школа“ у читавој земљи умрежавањем и дигитализацијом читавог образовног процеса [33].

У образовном систему у Калифорнији (САД) је 2009. године започет прелазак на електронске уџбенике, а председник САД-а је најавио увођење електронских уџбеника у свим школама до 2017. године [34].

У Јапану је 2010. године покренут пројекат „Школа будућности“ којим ће се сваком ученику основне школе обезбедити таблет рачунар и електронски уџбеници, а школама „паметне“ табле.

У одређеним деловима Руске Федерације 2011. године започет је експериментални програм увођења електронских уџбеника. Ученицима су осим уџбеника, подељени и електронски читачи домаће производње, који личе на лап-топ рачунаре.

Аустралија је 2011. године покренула пројекат „Дигитална образовна револуција“ којим се штампани уџбеници замењују електронским. Слични пројекти су покренути и у Сингапуру, Израелу, Индији и Кини.

И у државама у нашем окружењу је почела „дигитализација“ уџбеника. Највише је на том пољу урађено у Словенији, где су издавачи уџбеника у законској обавези да имају уџбенике за основну школу и у електронској форми које наставници користе на часовима помоћу интерактивних табли. Школске 2013/2014. године организација CARnet („Хрватска академска и истраживачка мрежа“) је покренула платформу за експериментално увођење електронских уџбеника, чији пројекат „eduKnjižara“ има за циљ да дигитализује постојеће уџбенике у интерактивне мултимедијалне уџбенике [35].

У Србији још увек не постоје електронски уџбеници који су урађени према Наставном плану и програму. Неки издавачи, попут Kvark media, Multisoft, Klett и Завод за уџбенике су публиковали уџбенике у електронској форми за поједине предмете за

основну школу. За средње школе и гимназије не постоје мултимедијални образовни софтвери, ни интерактивни електронски уџбеници урађени према важећем Наставном плану и програму. Новим Законом о уџбеницима ова ситуација је значајно промењена. У самом дефинисању уџбеника, по овом Закону, подразумева се постојање основног дидактички обликованог наставног средства у било ком облику или медију, што значи да су електронски уџбеници равноправни са штампаним уџбеницима. Такође и сваки штампани уџбеник по правилу мора да садржи електронски додатак који ученику помаже у самосталном савладавању наставног градива, „провери и проширивању знања, вештина и ставова или као подстицај за креативни рад“ [36].

На основу изложеног „Савремена школа мора да одговори на изазове данашњице, а један од њих је и електронски уџбеник“ [37].

2.4.3. Ефекти примене електронских уџбеника у настави

Основне одлике квалитетних електронских уџбеника су мултимедијалност и интерактивност. Мултимедија подразумева интеграцију текста, звука и слике, због чега се у процесу учења, активира више чула. У свом вишедеценијском истраживању когнитивне теорије, Richard Mayer је одредио неколико принципа који карактеришу употребу мултимедије у процесу учења [38]. Неки од њих су да ученици боље уче ако се наставни садржаји објашњавају применом слика и речи (принцип мултимедије), које су на приближним местима (принцип просторне близине) и ако се оне приказује истовремено (принцип временске близине). Такође анимација и наратива дају боље резултате у процесу учења (принципи модалности и редуданције) од текста или усменог излагања за време трајања анимације. Резултати истраживања бројних аутора су показали да примена мултимедије повећава квалитет наставе, као и да су тако стечена знања ученика дуготрајнија и квалитетнија [39, 40, 41, 42]. У својим радовима, Мандић истиче да мултимедија омогућава креирање педагошких ситуација у којима се повећава мисаона активност ученика, због чега долази до изражаја њихова одговорност за учење и успех у настави [8], да је на часовима већа дисциплина, јер ученици марљивије прате презентације, брже и боље науче наставне садржаје што им пружа могућност да размишљају, анализирају и закључују [43]. Мултимедија такође, приближава наставне садржаје ученику, обогаћује их и омогућава им повезивање наставних садржаја различитих предмета [44]. Матасић и Думић [45]. истичу да су позитивни ефекти мултимедије привлачење пажње, повећање интересовања, мотивације и задовољства ученика, потпуније и боље разумевање наставних садржаја и могућност њихове примене у новим ситуацијама Павловић указује да употреба мултимедија има утицај на повећање комуникацијских вештина и вештина промишљања, као и да велика већина европских учитеља каже да су ученици пажљивији и мотивисанији када се користи мултимедија у процесу учења [31].

Под интерактивношћу се подразумева узајамно дејство између чланова који су у међусобној комуникацији. Интерактивни електронски уџбеник је уџбеник који тренутно одговара на ученичке активности током учења (притисак на тастер, хиперлинк,...). То је један вид конверзације при којем радње ученика, изазивају одређене одговоре електронског уџбеника. Код старијих варијанти овог наставног средства, интерактивност се огледала у прелиставању страница и повећању величине фонта текста. Са убацивањем мултимедије могли су да се пуштају звучни записи, покрећу анимације или филмови, а касније је омогућен и директан приступ садржајима са интернета. Електронски уџбеници омогућавају решавање разних тестова и симулације експеримената, при чему ученик може да мења почетне координате, односно

услове. Повећањем активности ученика током учења подстичу се креативна и продуктивна знања и тако остварује њихов квалитет. Интерактивни елементи електронског уџбеника се могу поделити у три основне групе:

1. *са ниском стопом интерактивности*, који имају само контролу покретања и заустављања репродукције (звучни и видео записи, симулације и једноставније анимације),
2. *са средњом стопом интерактивности*, где могу да се уносе и проверавају одговори, и да се прикажу тачни одговори, као у „да/не“ тестовима, тестовима вишеструког избора и допуњавања, и
3. *са високом стопом интерактивности*, у којима могу да се мењају садржаји, улазни и излазни подаци, који дају повратне информације у зависности од активности. Ту спадају напредне симулације и анимације, разни тестови (повезивања, исправљања и сређивања) и разне дидактичке игре [32].

Многобројне могућности које електронски уџбеник пружа, код ученика развијају истраживачки дух и унутрашњу мотивацију за стицањем знања и тако доводи до повећања квалитета наставе и њене ефикасности. Предности примене електронског уџбеника у настави су вишеструке. Наставни садржаји се применом мултимедије реализују на занимљивији начин и истовремено омогућавају ученику да прошири своје знање додатним изворима информација доступним на интернету. При томе се код њега развијају критичко мишљење и закључивање. Ученик самостално савладава наставно градиво сопственим темпом, у зависности од његових интересовања и могућности. Он тиме стиче одговорност за сопствени рад и постигнућа у учењу. Са друге стране, ученик континуирано добија додатне или допунске информације, како би лакше савладао садржај, чиме се квантитет и квалитет његовог знања значајно повећавају. У електронском уџбенику нема места застарелим информацијама. Правилним избором програмских пакета који служе за израду уџбеника, наставник може да допуњује и мења садржај уџбеника, који ће пратити најновија достигнућа у науци. Електронски уџбеници су и саставни део „наставе на даљину“ која омогућава ученицима који не могу физички да присуствују часу, да добију исти квалитет предавања као и ученици који су на часу. На овај начин се може обезбедити исти квалитет наставе и у свим школама. Веома је важно и то што се електронски уџбеник може прилагодити инклузивној настави, одабиром садржаја и начином њихове реализације, према различитим потребама ученика. Наставни садржаји се могу димензионирати тако да буду опширнији или концизнији, прилагођени слабовидим ученицима или онима који имају проблеме са слухом.

Предности електронских уџбеника у односу на штампане су вишеструке и не морају бити повезане само са наставом [46]. Можемо их посматрати и са економске стране: електронски уџбеници су много јефтинији од штампаних и не пропадају са протоком времена. Садржаји у њима се брзо ажурирају и без већих финансијских издатака. Такође их није потребно штампати, складиштити и превозити, због чега им је цена много мања од стандардних уџбеника. То је велика финансијска уштеда како за родитеље, тако и за државу у целини. Према финансијским извештајима Министарства просвете, науке и технолошког развоја, за набавку бесплатног штампаног комплета уџбеника за ученике од 4. до 8. разреда основне школе потребно је издвојити 6,3 милијарде динара, док је за набавку електронских уџбеника и трошкове амортизације таблет рачунара потребно 3 милијарде динара [47]. То значи да би уштеда од увођења електронских уџбеника у школе износила 3,3 милијарде динара и то само за наведени узраст ученика. Када се томе дода и увођење електронских уџбеника у средње школе и гимназије, уштеда се вишеструко повећава. Тако велика уштеда финансијских средстава, би се могла искористити за друге сврхе, на пример за реновирање и опремање

школа, чиме би се побољшали услови и квалитет образовања у нашој земљи. Пошто електронске уџбенике не треба штампати, услед редуковања трошења папира и штетних боја остварује се и изузетно позитиван еколошки ефекат њиховог коришћења. Дугорочно посматрано, коришћењем електронских уџбеника довело би до смањења деформитета кичменог стуба код деце школског узраста, а тиме и до уштеда у здравственом систему. Ученичке торбе у свим разредима основне школе су претешке и доводе до озбиљних здравствених проблема код деце. Уколико би се користили електронски уџбеници, сви они би могли бити у једном таблет или лап-топ рачунару чија је максимална тежина до два килограма.

Lin наводи да електронски уџбеници својом аудио-визуелном компонентом не само да учење чине занимљивијим у односу на штампане уџбенике, већ повећавају интересовање ученика за различитим знањима [48]. Према истраживању Maupard и Mcknight [49] електронски уџбеници повећавају активност ученика током процеса учења и омогућавају боље разумевање наставних садржаја, али не утичу на брзину усвајања знања.

Истраживање спроведено међу студентима математике у Малезији који су урадили Letchumanan и Tarmizi, потврдило је претпоставку да електронски уџбеници олакшавају претраживање информација, омогућавају већу доступност информацијама и обезбеђују дуготрајније знање. Из тих разлога, аутори препоручују већу употребу електронских уџбеника на универзитетском нивоу образовања, нарочито за студенте математике [50].

Употреба електронских уџбеника је у новије време у наглom порасту, због чега су Hwang и сарадници истраживали и анализирали перцепцију електронских уџбеника од стране студената у Јужној Кореји. Анкетирали су 959 студената који користе електронске уџбенике из пет највећих универзитетских библиотека у Јужној Кореји. Резултати анкете су показали да студенти сматрају да је улога универзитетских библиотека изузетно важна за њихово образовање и да радије уче из електронских уџбеника којима приступају преко веб сајтова тих библиотека, а не преко веб портала (попут Google). Аутори су закључили да студенти препознају погодности учења из електронских уџбеника и да имају позитивно искуство учећи из њих због чега је неопходно формулисати и усагласити стратегије за постицање још већег коришћења електронских уџбеника [51].

Колико користе електронске уџбенике и да ли они помажу у учењу студентима медицинског факултета на Универзитету New South Wales у Аустралији истраживали су Wilson и сар. Аутори су електронским путем послали анкету свим студентима медицинског факултета, али је свега 8% студената одговорило и учествовало у истраживању. Медицински факултет има највећи број студената од свих факултета на том Универзитету (чак 64%). Резултати анкете показују да мали број студената користи електронске уџбенике (свега 38%), иако је преко 90% истакло да је изузетно важна брза претрага информација коју омогућавају електронски уџбеници. При том је 71% анкетираних студената изјавило да им је коришћење електронских уџбеника помогло да повећају укупну продуктивност током учења. Чак 92% је изјавило да је упознато са ефектима електронског уџбеника у процесу учења, због чега ће у наредних пет година прећи на редовну употребу електронских уџбеника. Аутори наводе да је неопходно да у што краћем времену универзитетске библиотеке развију механизме и платформе које ће омогућити студентима да лакше и брже приступе електронским уџбеницима [52].

Према Васиљевићу, електронски уџбеник у односу на штампани даје веће могућности за истраживачко учење, а као његове позитивне ефекте истиче подстицање ученика на активан стваралачки рад, омогућавање самосталности ученика на уочавању, откривању веза и односа међу понуђеним садржајима, постављању и провери хипотеза,

стварању нових идеја и њихову проверу у конкретним ситуацијама и остваривање боље визуелизације садржаја уважавајући принцип очигледности [53].

Као предност коришћења електронског уџбеника, Шпановић наводи подражаваће интерактивних симулација да би се приказали процеси које се не виде лако у сваком тренутку у природном окружењу [54], као и могућност оптималне индивидуализације и потстицање учења откривањем и то властитом активношћу самих ученика [55]. Због тога је неопходно утврдити педагошке основе за дидактичко обликовање електронских уџбеника, како би се они што пре и у што већој мери укључили у наставни процес.

Предности електронског уџбеника, према Ђуровић и Божовић су „превазилажење временских и просторних баријера, могућност интеракције, смањење трошкова производње и доставе“ [56]. Чињенице због којих електронски уџбеници треба да има ширу примену, наводе већу мотивисаност ученика и њихово оспособљавање за самообразовањем, као и повећану ефикасност наставног процеса.

У истраживању Тороман и Бајрамковић, утврђено је да би дигитализацијом скрипти и уџбеника, које би се објавиле на Интернету, студенти брже долазили до наставног материјала, при чему би били „ослобођени рутинских послова преписивања и обликовања, јер за то могу користити програмске алате, па се могу сконцентrirати на суштину усвајања градива“ [57].

Према истраживању Ункић и Шабановић, настава постаје занимљивија уколико се користе електронски уџбеници са звуком и сликом. На овај начин се олакшава имплантација инклузије у наставни процес, јер ученици напредују према сопственим способностима [58].

У свом истраживању Павловић као предности примене електронског уџбеника наводи: избегавање монотоније и сувопарности, непостојање застарелих информација, позитиван утицај на образовна достигнућа, јер омогућава употребу разноврсних извора информација и знања, обезбеђује индивидуализацију наставе, просторна и временска ограничења учења, повећање одговорности ученика за сопствено учење, континуирано добијање повратне информације, а по потреби и допунске или додатне информације. Она истиче и неке ефекте електронског уџбеника које нису уско повезане са наставом, као нпр. да електронски уџбеници не заузимају много меморијског простора на рачунару, због чега ученици могу креирати и мале библиотеке на својим рачунарима [31].

Мултимедијални рачунарски софтвери имају велику примену у настави природних наука, па самим тим и у биологији. Бројна истраживања су показала да коришћење мултимедије повећава квалитет наставе биологије на свим нивоима образовања. Егсан је истраживао утицај рачунарског образовног софтвера на квантитет и квалитет знања ученика млађег узраста (основно образовање). Та студија је показала да ученици који користе образовни рачунарски софтвер лакше и ефикасније науче предвиђене садржаје, које касније користе како би имали што здравије животне навике [59]. Истраживање Siegel и Foster показује да ученици средње школе науче више из области анатомије и физиологије, ако се за обраду тих наставних садржаја користи мултимедијални софтвер [60]. Мултимедијом се такође, постиже реалан приказ промена у системима и омогућава се праћење тих промена током времена [61]. Да мултимедијални софтвери омогућавају ефикасније учење апстрактних појмова и појава у биологији потврдило је истраживање Cheng, Cheng и Chen. За само две недеље ученици, који су наставне садржаје биомакромолекула реализовали помоћи рачунарског образовног софтвера који садржи 3D анимације ових молекула, су показали много веће знање од ученика који су исте садржаје реализовали традиционалним методама [62].

Мултимедијални образовни софтвери се користе и у настави других предмета. Примену образовних рачунарских софтвера у настави хемије проучавали су Пардањац и сар. Рачунарски образовни софтвер „Сахариди“ тестирали су међу ученицима 8. разреда основних школа у Зрењанину, у циљу могућег унапређења наставе хемије. Неки од њихових закључака на крају истраживања су били, да образовни рачунарски софтвер повећава заинтересованост ученика и да је оправдано његово увођење у наставу хемије [63].

Ефекте образовних софтвера и електронских уџбеника у настави математике проучавао је Прентовић. Он истиче да електронски уџбеници садрже обиље наставних садржаја који су предвиђени наставним програмом, што омогућује ученицима да бирају наставне теме у складу са својим интересовањима. Том приликом ученици сами одређују начин, темпо и брзину обраде наставног градива у складу са својим индивидуалним способностима, предходним знањима и нивоом припремљености, што представља индивидуализацију њиховог времена. Такође, образовни рачунарски софтвери и интернет омогућавају разноврсну комуникацију ученика, при чему се уважавају индивидуалне разлике и могућности сваког појединца. То доводи до радикалне промене процеса „стицања нових знања, потпомаже се сазнајни процес, омогућује подизање нивоа персоналне пажње сваког ученика, охрабрује се и активира, чиме се настави математике даје нови квалитет“ [64].

Према истраживању Лакета и сар. коришћење електронског уџбеника у настави математике је оправданије него у настави других предмета, јер је градиво математике често апстрактно, због чега се код ученика ствара одбојност према тој науци. Правилном употребом анимација, симулација и дидактичких игара, код ученика се развија апстрактно мишљење и повећава се њихово интересовање за учење математике [32].

Ефекат примене образовног рачунарског софтвера у настави Техничко и информатичко образовање, проучавао је Маријановић. У истраживање су били укључени ученици 7. разреда основних школа из општина Пожега и Ариље. За потребе педагошког експеримента конструисан је образовни рачунарски софтвер „Машине и механизми“, чији ефекти су анализирани у наставном процесу. Резултати истраживања су показали да реализовање наставе помоћу образовног софтвера значајно утиче на повећање знања ученика из предмета Техничко и информатичко образовање [65]. У оквиру истог предмета тестирана је ефикасност мултимедијалног образовног софтвера за обраду наставне јединице *Заштита животне средине* у 5. разреду основне школе. Педагошки експеримент је реализован у основним школама у Београду, а његови резултати су показали да мултимедијални образовни рачунарски софтвер има позитиван утицај на успех ученика у решавању задатака. Аутор у закључку изводи да „Што више има дигитализованих ресурса за учење, тим се једноставност и економичност њиховог преноса повећава, а све то представља нови изазов устаљеним мишљењима о начину креирања, похрањивања и коришћења ресурса“ [66].

Коришћење електронских уџбеника има и недостатака, који нису везани за сам процес учења. Један од њих је смањена социјализација ученика, који све мање комуницирају „лицем у лице“, већ то углавном раде преко друштвених мрежа путем телефона, таблета или рачунара. Ово би се могло делимично ублажити, организовањем дела наставе у пару или мањој групи, при чему би ученици радили на заједничким пројектима. Зато је пожељно да електронски уџбеник буде главно, али не и једино наставно средство за учење.

На овај начин би се спречило маргинализовање улоге наставника у савременом образовању, који све више добија улогу водича у стицању ученичких знања. Павловић у свом истраживању наводи као недостатак електронских уџбеника и маргинализовање

улоге наставника [31]. Међутим у савременој настави наставник је и даље важна компонета стицања ученичког знања и у том процесу он добија сасвим нове улоге, што је изложено у бројним истраживањима [67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74]. У оваквој настави „функција наставника се преноси својим тежиштем на припремања наставног рада, на мотивисање студента, на његово оспособљавање за рад, на моделовању наставног процеса и на егзактну контролу и евиденцију рада“ [16].

2.4.4. Електронски уџбеници у настави биологије

Један од првих електронских уџбеника из биологије се појавио почетком овог миленијума, чији је творац био Акрап, који је детаљно анализирао његове ефекте у процесу стицања знања ученика [75]. Уџбеник је урађен за потребе дисекција водоземаца. Америчка фирма *ISIGHT MEDIA* је 2003. године публиковала интерактивне образовне софтвере под називом *Biology On Video And CD-rom*, где се налазе предавања за многе биолошке области попут: цитологије, бескичмењака, кичмењака, физиологије биљака, екологије, генетике, молекуларне биологије, ембриологије, микробиологије, анатомије и физиологије човека. Оно што је посебно интересантно су тзв. виртуелне лабораторије које представљају прве интерактивне софтвере помоћу којих ученици без скалпела, уз помоћ тастатуре и миша врше дисекције, изводе експерименте из биохемије, физиологије и других биолошких дисциплина. У новије време, појавили су се интерактивни електронски уџбеници биологије изузетног квалитета. Један од њих је Принципи биологије (*Principles of Biology*), чији је издавач Nature Education [76]. Овај уџбеник се састоји од 6 делова који носе називе по областима које се реализују: Биохемија, Цитологија, Генетика, Физиологија биљака, Физиологија животиња и Екологија, а намењен је универзитетском образовању и то за почетни курс биологије. Управо из тог разлога, користе га и ученици у средњим школама. Састоји се од преко 200 модула, а сваки модул је прилагођен за индивидуално учење и садржи текстуалне садржаје, разне симулације, интерактивне вежбе и тестове. Оно по чему су модули у овом уџбенику специфични, је то што су повезани са базом научних часописа, па студенти могу своје знање да прошире и из разних истраживачких радова. У изради овог уџбеника учествовало је преко 100 научника, илустратора, аниматора, веб дизајнера и рецензента. Велику пажњу изазвао је и електронски уџбеник Живот на Земљи (*Life on Earth*), који је намењен ученицима средње школе [77]. Његов творац је Е. О. Wilson, професор биологије на универзитету Харвард. Његово преузимање је бесплатно са <http://www.apple.com/itunes/download/> [78]. Уџбеник се састоји од 7 одвојених делова, а обухвата садржаје: о настанку и еволуцији живог света, цитологији, генетици, биљној и животињској физиологији, диверзитету биљака и диверзитету животиња.

У нашој земљи већ неколико година постоје интерактивни електронски уџбеници биологије, али само за основну школу. Најпознатији су електронски уџбеници Интерактивна Биологија (5, 6, 7 и 8), издавача Kvark media који у целини прате Наставни програм биологије за основну школу. Сва четири уџбеника су урађена по истом принципу и састоје се од 4 основна дела:

1. **Предавање** – биолошки садржаји су подељени на наставне теме, а оне даље на наставне јединице, које су обрађене преко говорног и текстуалног објашњења и анимација. За проширивање знања ученици могу да користе опције „Додатак“ и „Занимљивости“.

2. **Вежба** – садржи разне примере којима се градиво вежба и допуни, при чему се прате и коментаришу одговори ученика, дају се сугестије и тачна решења одређеног проблема.
3. **Тест** – служи за проверу усвојених знања и добијање објективне оцене. Тест садржи велику базу питања, тако да се може више пута поновити, са различитим питањима.
4. **Речник појмова** је база појмова и термина из биолошких садржаја [79].

Што се тиче електронских уџбеника биологије за гимназије и средње школе, који су усклађени са Наставним програмом, они у Републици Србији још увек не постоје. Због тога наставници сами креирају мултимедијалне презентације, чији квалитет искључиво зависи од њиховог стручног и информатичког образовања и креативности. У многим школама у кабинетима и учионицама у којима се изводи настава биологије још увек нема техничких могућности (нема рачунара, пројектора или ТВ пријемника) за пројекцију мултимедијалних презентација. Тако ученици у различитим школама имају различит квалитет наставе биологије. Да би се то променило и да би се ученицима у свим средњим школама и гимназијама обезбедио висок квалитет наставе биологије неопходно је најпре опремити их савременим наставним средствима, а затим креирати и у наставу увести интерактивне електронске уџбенике. Због тога је за потребе реализације педагошког истраживања у оквиру израде ове докторске дисертације направљен електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, који се може користити као пример електронског уџбеника у настави биологије у гимназији. Пре тога, неопходно је извршити његову стручну и методичку рецензију.

2.5. Електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно- математичког смера

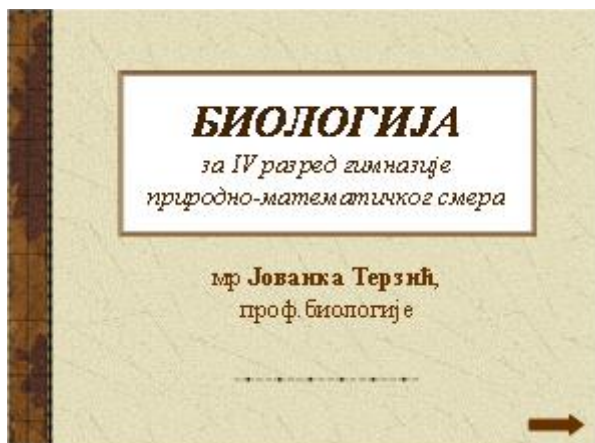
Постоји велики број различитих програма у којима може да се ради електронски уџбеник. Већина уџбеника је урађена у програму *Power Point 2007* [80] из два разлога:

1. То је веома једноставан програм, који је саставни део *Microsoft*-овог пакета *MS Office*, у чијем је саставу још од 1994. године. Због тога га ученици имају на својим рачунарима.
2. Ученици уче да користе овај програм на часовима из предмета Рачунарство и информатика, тако да лако користе електронски уџбеник без додатне обуке.

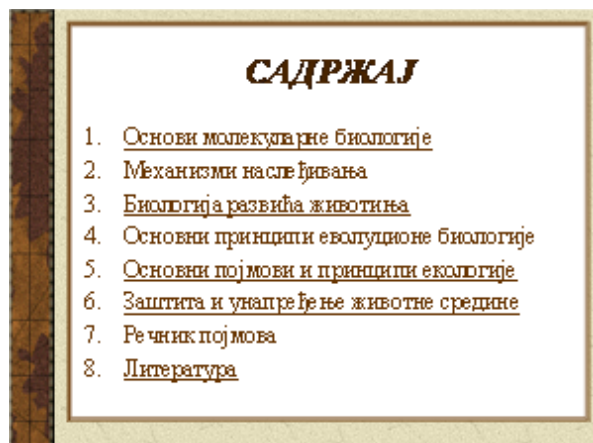
Програм *Power Point* због своје једноставности омогућава брзо и лако ажурирање података, што је веома важно за израду електронског уџбеника.

Текст уџбеника биологије за IV разред гимназије природно- математичког смера је писан ћиричним писмом (сем латинских назива). Током реализације наставних садржаја коришћен је велики број фотографија, које су најпре обрађене у програму *Paint* [81] и *Microsoft Office Picture Manager* [82]. Обрада слика је подразумевала исецање делова који нису уско повезани са обрадом садржаја на датом слајду, као и обележавање ћиричним писмом.

Као и сваки уџбеник и овај електронски има насловну страну која садржи наслов уџбеника, разред за који је намењен и име аутора (Слика 1). Са ње се једноставним притиском на стрелицу десно прелази на следећи слајд, односно Садржај електронског уџбеника (е-уџбеника) биологије (Слика 2):



Слика 1. Насловна страна е-уџбеника

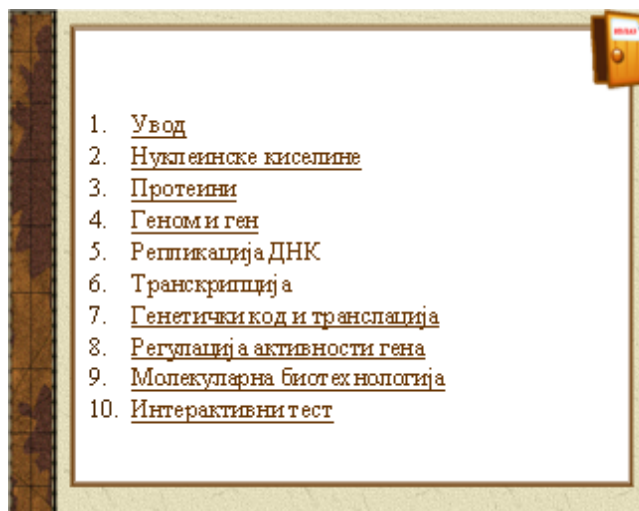


Слика 2. Садржај е-уџбеника

У Садржају су наведене све наставне теме које су обрађене у уџбенику, које прате важећи Наставни програм биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера. Након избора наставне теме на слици 2, путем хиперлинка приступа се презентацији у којој се она обрађује (Слика 3). Презентација сваке наставне теме садржи слајд на којем се налази списак наставних јединица (Слика 4), чијим презентацијама се приступа путем хиперлинка.



Слика 3. Изабрана наставна тема

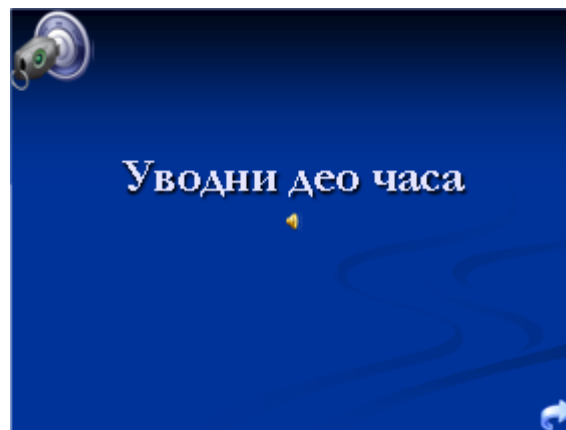


Слика 4. Наставне јединице изабране теме

Притиском на назив наставне јединице, ученик се одводи до насловног слајда презентације у којој се она обрађује (Слика 5). Уколико не жели да обрађује ту наставну јединицу, ученик може да се врати на поновни избор наставне теме (у Садржају уџбеника) притиском на иконицу Излаз (иконица отворена врата).

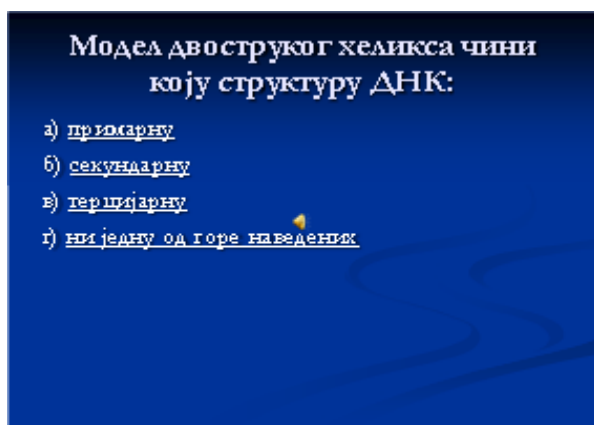


Слика 5. Одабрана наставна јединица

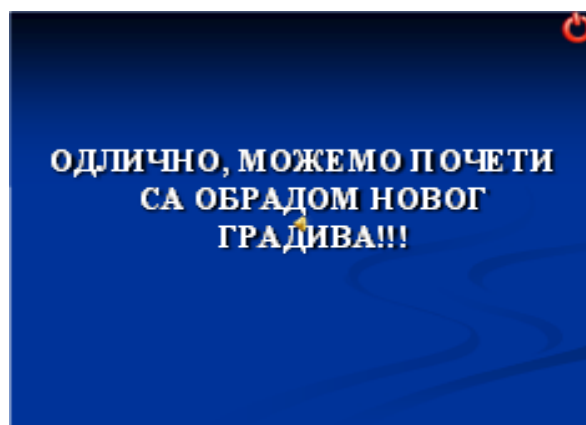


Слика 6. Тест за уводни део часа

Свака наставна јединица је приказана у уџбенику интерактивном мултимедијалном презентацијом, чији насловни слајд садржи назив одабране наставне јединице са 5 иконица које омогућавају: *излазак* и *одлазак у садржај изабране наставне теме* (врата излаз), *прелазак на следећи слајд* (стрелица), *одлазак на писани текст комплетне наратије* у презентацији (*Word document*) који може по потреби и да се одштампа, затим *одлазак на речник појмова* у којем су објашњени биолошки појмови и термини који се користе за обраду садржаја и *тест за уводни део часа*. Нарација је урађена помоћу програма *Audacity1.3.13* [83], а подразумева усмена предавања и објашњења за сваки слајд појединачно. Тест за уводни део часа представља презентацију која садржи насловни слајд (Слика 6) и 3 питања која повезују претходно обрађено градиво са новим градивом. За свако питање понуђена су четири одговора (Слика 7), од којих је само један тачан. Тачан одговор корисника одводи на следеће питање, док га погрешан одговор звучним сигналом обавештава да је одговор погрешан и поново га враћа на постављено питање. Када се тачно одговори на сва питања, завршни слајд (Слика 8) звучним сигналом (аплаузом) обавештава корисника да је успешно урадио тест и нуди му опцију одласка на презентацију обраде наставне јединице.



Слика 7. Слајд са питањем



Слика 8. Завршни слајд кратког теста

Сваки слајд обраде наставног садржаја нуди кориснику опцију преласка на други слајд (претходни или наредни), наратију, односно усмено објашњење (притиском на иконицу микрофон), одлазак до речника појмова и одлазак на садржај наставне теме.

На појединим слајдовима налазе се и додатне иконице за: филм (Слика 9), помоћ (Слика 10), информација више (Слика 11) и занимљивости (Слика 12).

2. Елонгација

- РНК полимераза се креће дуж једног од ланаца ДНК, додајући по један рибонуклеотид на 3' крај растућег ланца РНК.
- Помоћу ензима у ланац РНК уграђује се комплементаран рибонуклеотид наспрам нуклеотида у ДНК ланцу који има улогу матрице.
- Са ензимом креће се и транскрипциони мехур који је увек исте величине.
- Растући ланац РНК је увек само свјим 3' крајем везан за ДНК, са којим гради комплекс дужине 12 базних парова.
- 5' крај РНК се постепено ослобађа.

Слика 9. Слад са иконицом за филм

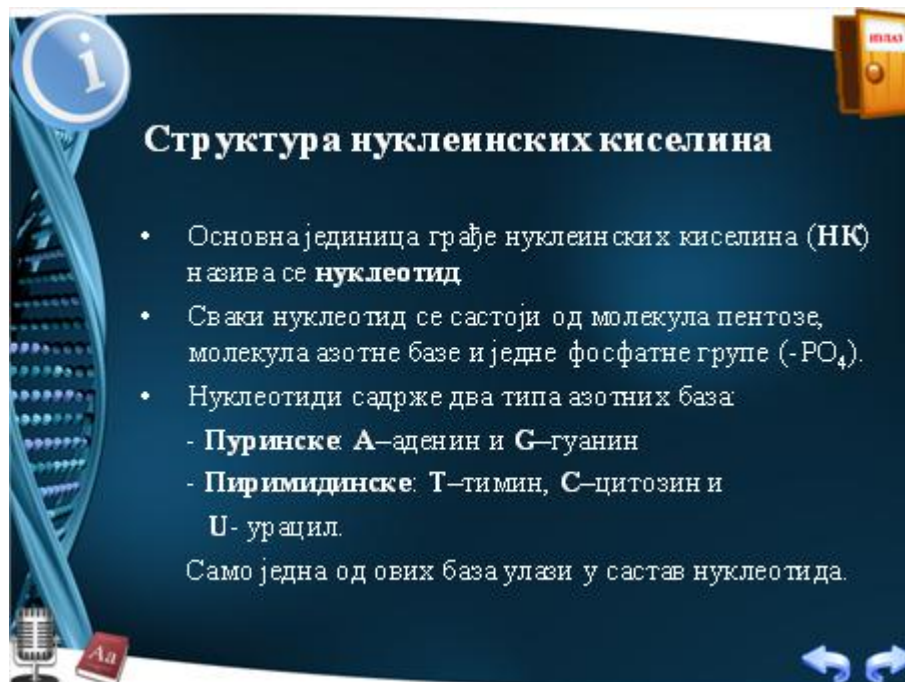
Транскрипција код прокариота...

- ...се одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК.
- иРНК је кратког трајања (до неколико минута).
- Транскрипција започиње онда када је ћелији потребан одређени протеин и после неколико циклуса транслације иРНК се разграђује.
- Када је прокариотском организму поново потребан тај протеин, транскрипција ће опет започети.

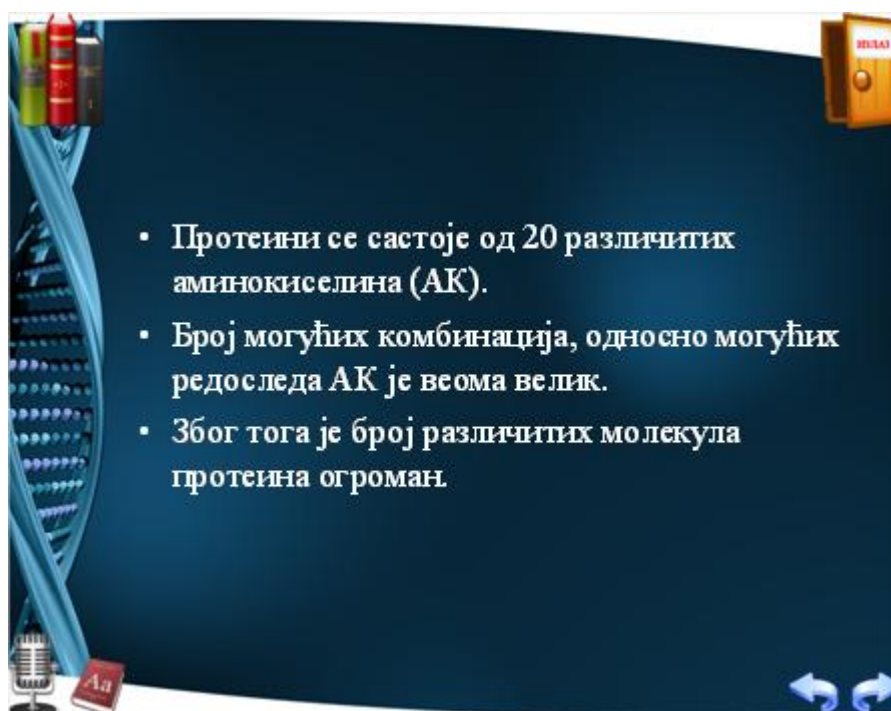
Слика 10. Слајд са иконицом Помоћ

ФИЛМОВИ који су коришћени за израду уџбеника су преузети са интернета и обрађени у програму *Movie Maker2007* [84] који се може бесплатно преузети са интернета. Обрада је подразумевала исецање делова филма који нису уско повезани са обрађиваним садржајем као и превођење и титловање на српски језик, које је урађено

помоћу програма *Media Subtiter 2.1.3* [85]. Притиском на иконицу ПОМОЋ, отвара се презентација која омогућава ученицима да понове градиво које су раније обрадили и повежу га са новим градивом или да повежу биолошке садржаје са градивом из других предмета.



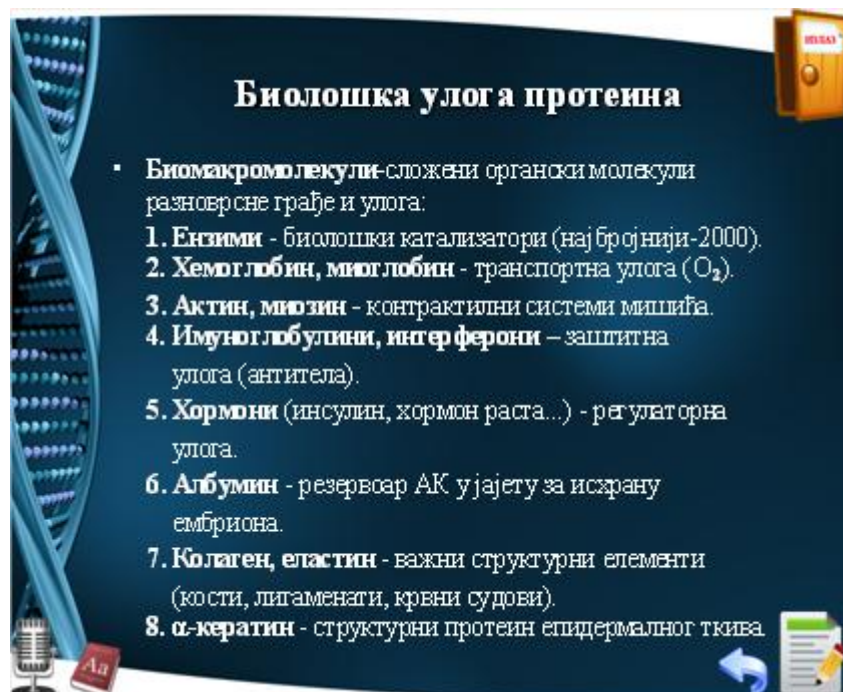
Слика 11. Слајд са иконицом Информација више



Слика 12. Слајд са иконицом Занимљивости

Иконица ИНФОРМАЦИЈА ВИШЕ ученика одводи до презентације у којој је градиво изложено детаљније. Ту се налазе и интернет адресе које се могу посетити у циљу упознавања нових додатних информација из дела обрађиваног градива. На тај начин се проширује и продубљује ученичко знање, а у исто време се развија њихов

истраживачки дух, као и мисаоне активности. Иконица ЗАНИМЉИВОСТИ води до чињеница које су на занимљив начин повезане са реалним животним ситуацијама. Завршни слајд презентације за сваку наставну јединицу (Слика 13), садржи иконицу ТЕСТ која одводи ученика до теста како би проверио савладаност наставног садржаја обрађене наставне јединице (Слика 14).

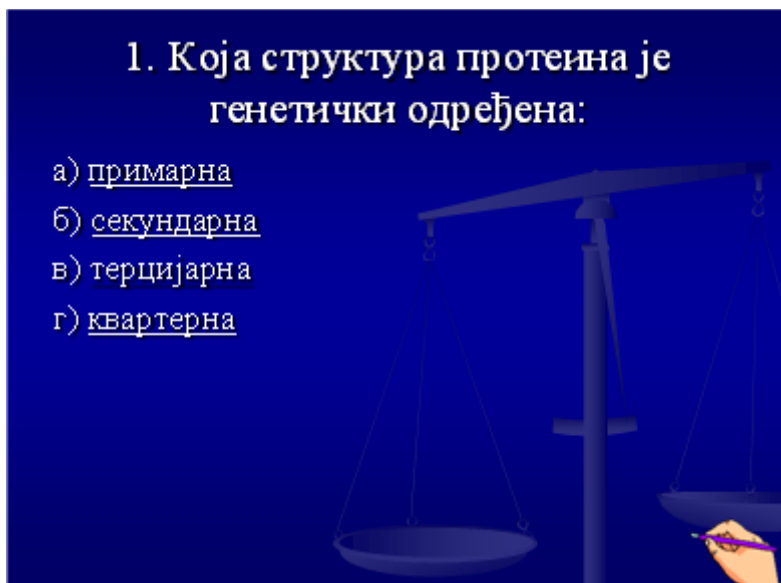


Слика 13. Завршни слајд наставне јединице

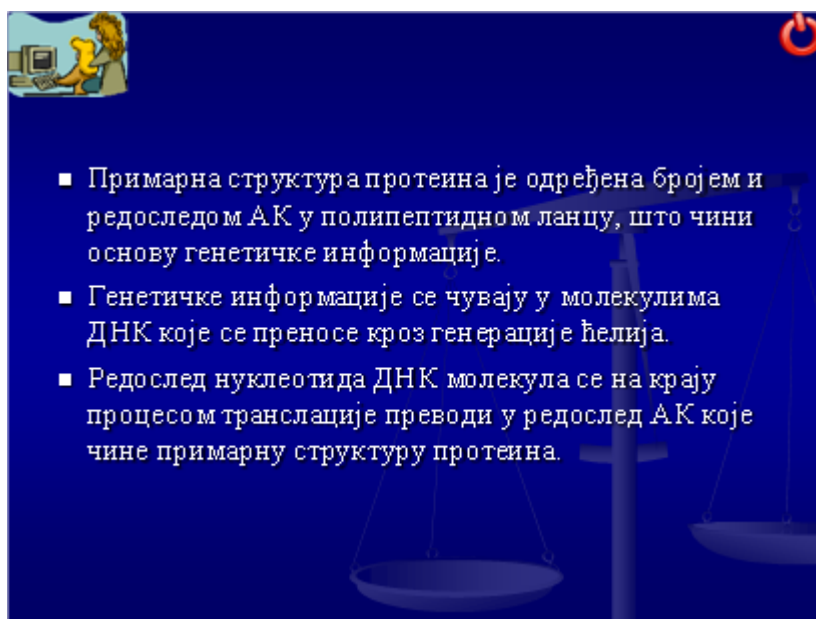


Слика 14. Насловни слајд теста за проверу знања

Тест за проверу знања се састоји од 5 питања из садржаја обрађене наставне јединице. Питања су конструисана по типу вишеструког избора. На свако питање су понуђена четири одговора (Слика 15), од којих је само један тачан. Тачан одговор корисника води на следеће питање. Нетачан одговор води корисника на слајд на коме је укратко објашњено градиво из кога је постављено питање (Слика 16), и омогућује му да понови оно што је недовољно савладао. Одатле се ученик поново враћа на постављено питање и решава га.

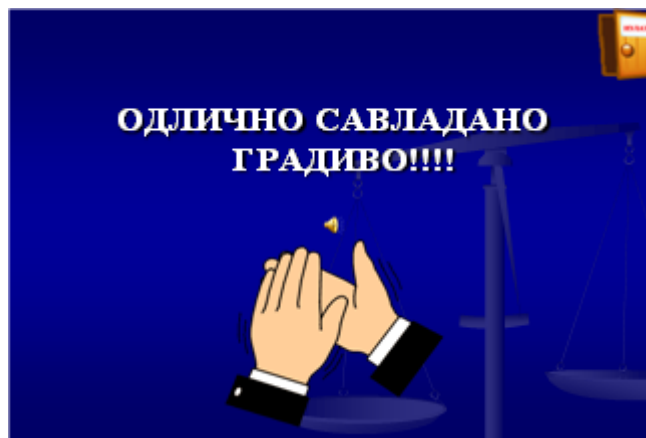


Слика 15. Слајд са питањем



Слика 16. Слајд за понављање градива

Када се тачно одговори на сва питања, одлази се на завршни слајд (Слика 17) који звучним сигналом и аплаузом обавешава ученика да је успешно одговорио на сва питања и нуди му одлазак на Садржај изабране наставне јединице.



Слика 17. Завршни слајд теста за проверу знања

Када ученик савлада садржаје свих наставних јединица у оквиру одабране наставне теме, из њеног садржаја може хиперлинком да приступи фајлу *Интерактивни тест* у којем се налазе различити типови питања. Тест покрива комплетано градиво дате наставне теме и омогућује њену систематизацију, а тиме и проверу знања из одређене области. Интерактивни тест је урађен у програмском пакету *Hot Potatoes 6*, који нуди шест апликација за креирање различитих интерактивних тестова (кратки одговори, вишеструки избор, укрштенице...). Програм је бесплатан и може се преузети са интернета [86].

Електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера је специфичан у односу на друге уџбенике, по томе што могу да га користе и слабовиде, слепе и глуве особе. Захваљујући наравицији за сваки слајд, која представља усмено предавање наставника, особе са оштећеним видом могу да прате предавања без употребе специфичног уређаја за скенирање и читање за слепе, односно скенера који чита и говори (тзв. SARA-Scanning and Reading Appliace). Наравиција се може понављати онолико пута колико је потребно. Особе са оштећеним слухом такође могу несметано да користе овај електронски уџбеник. Захваљујући наравицији откуцаној у *Word* документу они могу да је читају и да тако усвајају наставно градиво. Титловани филмови им такође омогућавају да са лакоћом прате ток биолошких процеса, а одабиром хиперлинкова у тесту им је омогућено да тестове раде као и остали ученици.

Овај електронски уџбеник биологије захтева рачунар скромнијих перформанси под оперативним системом Windows, постојање инсталираних аудио и видео кодека (K-lite codecs pack), Microsoft Office 2007 пакета и било који веб прегледник (Internet Explorer, Chrome, Mozilla Firefox,...).

Решења која су примењена у овом електронском уџбенику би могла бити полазна основа за укључивање нових идеја за неке будуће уџбенике, који треба да задовоље најразличитије потребе и могућности ученика.

Израдом електронског уџбеника биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера *реализован је први задатак истраживања* и тиме омогућена реализација педагошког истраживања.

3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Проблем истраживања

Савремено друштво одликују брзе промене у свим сферама живота. Образовање, као темељ сваког друштва, прати ове токове, како би се младе генерације благовремено оспособиле за изазове који их очекују у будућности. У њиховом образовању природне науке имају веома значајну улогу, и нарочито биологија, због примене биолошких знања у свакодневном животу. Међутим њена заступљеност у систему образовања у Републици Србији није у складу са њеним значајем.

Према важећем Наставном плану за основну школу биологија као наставни предмет је заступљена од петог до осмог разреда са два часа недељно. У средњим стручним школама различитих подручја рада биологија је заступљена најчешће у првом разреду са два часа недељно, али ипак недовољно. Биологија је најзаступљенија у гимназији и то у сва четири разреда општег и природно-математичког смера и у првом, другом и трећем разреду гимназије друштвено-језичког смера. У сваком разреду гимназије изучавају се садржаји из неколико биолошких дисциплина. Садржаји програма биологије у свим разредима гимназије различитих смерова су обимни и комплексни. Тако је у програму биологије у IV разреду гимназије природно-математичког смера заступљено чак 5 наставних тема: *Основи молекуларне биологије (14), Биологија развића животиња (15 часова), Механизми наслеђивања (21), Екологија, Заштита и унапређивање животне средине и одрживи развој (30) и Основни принципи еволуционе биологије (16)*. Све теме се реализују током 96 часова (Службени гласник РС – Просветни гласник, 7, 2011) [87]. Број часова који је предвиђен за поједине наставне теме је недовољан, а посебно број часова за понављање и систематизацију градива. Због тога се наставно градиво брзо прелази, а квалитет знања ученика из биологије није на потребном нивоу. То су показали и резултати наших ученика на тестовима пријемног испита из биологије [88].

Кључни проблем наставе биологије у основној и средњим школама је ипак у томе што у обради садржаја из биологије у наставној пракси преовлађују тредиционалне наставне методе и облици настава. Таква настава је ученицима незанимљива. Због тога је неопходна модернизација наставе која захтева доминантну заступљеност активних облика и метода наставног рада и примену савремених наставних средстава и помагала. То би омогућило повећање активности ученика на часовима, њихову већу креативност, радозналост и мотивацију за стицањем нових знања. Једно од методичких решења које би то омогућило је израда и коришћење електронских уџбеника у настави биологије. Према бројним истраживањима коришћење електронског уџбеника може довести до жељених промена у образовно-васпитном раду и резултати повећањем квантитета и квалитета знања ученика и њихову већу мотивацију за учење биологије (Nelson [89]; Karsenti [90]; Mareco [91]; Looney and Sheehan [92]; Nolen [83]; Garner [94]; Roskos at all [95];...).

Проблем истраживања ове докторске дисертације је креирање и израда електронског уџбеника за четврти разред гимназије природно-математичког смера и његова примена у настави биологије, а затим анализа његове ефикасности у односу на традиционалну наставу. Истраживање је спроведено како би се истакле предности електронског уџбеника у односу на штампани уџбеник и указало на неопходност

увођења интерактивних електронских уџбеника у наставу различитих предмета природних и друштвених наука.

3.2. Предмет истраживања

Да би образовање одговорило захтевима савременог друштва неопходна је његова стална модернизација која подразумева коришћење савремених наставних средстава и помагала, метода и облика рада. Та модернизација је предложена и у овој докторској дисертације. Она је остварена креирањем и израдом интерактивног електронског уџбеника биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, према важећем наставном програму биологије у овом разреду (*Службени гласник Републике Србије – Просветни гласник број 7, 2011*), а затим његовом применом у наставној пракси.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је сагледавање ефикасности примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу. Током реализације експерименталног истраживања у две различите групе ученика (Е и К групе) биолошки садржаји су обрађени применом различитих модела наставе (електронског уџбеника у Е групи и традиционалном наставом у К групи). Анализом постигнућа ученика обе групе на финалном тесту и ретесту, анализирана је њихова ефикасност. Због обимности електронског уџбеника биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера у коме је приказано 5 наставних теме, резултати педагошког истраживања у самој тези су изложени на примеру обраде наставне теме *Основи молекуларне биологије*.

3.3. Циљ истраживања

Основни **циљ истраживања** је био да се утврди да ли се применом електронског уџбеника у настави биологије у гимназији постижу бољи ефекти усвајања комплексних биолошких садржаја, уз досезање виших нивоа квантитета и квалитета знања ученика. Он је сагледан реализацијом педагошког истраживања са паралелним групама, а затим поређењем постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту применом одговарајућих статистичких параметара.

Циљ истраживања је такође био да се сагледају мишљења и ставова професора биологије који раде у гимназији, као и ученика експерименталне групе о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији.

3.4. Задаци истраживања

У складу са проблемом, предметом и циљем истраживања дефинисани су задаци истраживања:

1. Креирати и изградити интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера према важећем програму биологије који ће се током педагошког истраживања користити на часовима биологије у Е групи.
2. Саставити тестове за објективну проверу знања ученика Е и К групе (иницијални и финални тест који је истовремено и ретест) са питања различитог нивоа тежине: познавање чињеница, разумевање појмова и примена знања.

3. Уједначити Е и К групу на почетку педагошког истраживања на основу успеха из биологије на крају трећег разреда гимназије и резултата иницијалног теста (на сва три когнитивна нивоа и иницијалном тесту у целини).
4. Утврдити да ли постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту (на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини), непосредно након реализације педагошког истраживања.
5. Утврдити да ли постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту (на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини), 75 дана након финалног тестирања.
6. Анализирати промене у постигнућу ученика Е и К групе током педагошког истраживања (од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста).
7. Анализирати мишљења ученика Е групе о примени електронског уџбеника у настави биологије.
8. Испитати да ли постоји корелација између појединих контекстуалних варијабли ученика Е групе и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту и ретесту.
9. Анализирати ставове и мишљења професора биологије о примени електронског уџбеника у настави биологије.
10. Испитати да ли постоји корелација између појединих контекстуалних варијабли професора биологије и њиховог општег става о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије.

3.5. Хипотезе истраживања

Почетна претпоставка истраживања је да ће примена електронског уџбеника у настави биологије у IV разреду гимназије природно-математичког смера у Е групи заинтересовати ученике за самостално учење, што ће резултирати повећањем образовно-васпитних ефеката у настави биологије. Такви ефекти се не очекују у контролној групи која је исте садржаје из биологије реализовала традиционалном наставом.

Нулта хипотеза истраживања (H₀) је:

Применом електронског уџбеника током реализације наставне теме Основи молекуларне биологије неће се остварити статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту

Главна алтернативна хипотеза истраживања (H_A) је:

Применом електронског уџбеника током реализације наставе теме Основи молекуларне биологије оствариће се статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту.

Како би се детаљно сагледали ефекти примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији, на почетку истраживања формулисане су и следеће **хипотезе**:

- Х1 Очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на финалном тесту знања од ученика К групе, на сва три когнитивна домена, као и на тесту у целини.
- Х2 Очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на ретесту од ученика К групе, на сва три когнитивна домена као и на тесту у целини.
- Х3 Очекује се да ће ученици Е групе имати позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији и показати већу заинтересованост и мотивисаности за учење биологије уз помоћу електронског уџбеника.

- Х4 Очекује се постојање корелације између ставова ученика Е групе о примени електронског уџбеника у настави биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.
- Х5 Очекују се позитивни ставови и мишљења професора биологије о примени електронског уџбеника у настави биологије.
- Х6 Очекује се постојање корелација између појединих контекстуалних варијабли професора биологије и њиховог општег става о примени електронског уџбеника у настави биологије.

3.6. Варијабле истраживања

Варијабла је „свака карактеристика било које педагошке појаве код које посматрамо квалитативне или квантитативне разлике које се у њој јављају“ [96]. После постављања хипотеза истраживања дефинисане су независне, зависне и контролне варијабле експерименталног истраживања.

Независне варијабле су варијабле којима се уноси промена у образовно-васпитни процес (у овом случају су то два модела наставе: иновативни модел наставе применом интерактивног електронског уџбеника у Е групи и традиционална настава у К групи).

Зависна варијабла представља предмет опажања и мерења у току истраживања појава. У овом истраживању то је ефикасност примене различитих модела наставе на успех ученика на финалном тесту и ретесту, повећана активност ученика током учења, већа мотивација ученика,...

Контролне варијабле су: успех ученика из биологије на крају 3. разреда гимназије и успех ученика на иницијалном тесту знања из наставне теме Физиологија животиња.

3.7. Методе истраживања

У складу са предметом, циљем и задацима истраживања, а у циљу проверавања постављене хипотезе и подхипотеза, у истраживању су примењене следеће методе:

- метода теоријске анализе,
- дескриптивна метода,
- метода педагошког експеримента са паралелним групама и
- метода педагошке статистике.

3.7.1. Метода теоријске анализе и дескриптивна метода

Метода теоријске анализе и дескриптивна метода су коришћене за: стварање теоријске основе истраживања, утврђивање циљева и задатака истраживања и формулисање хипотеза истраживања. Помоћу њих су такође анализирани:

- Наставни програм биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера.
- Важећи штампани уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера.

- Интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера који је направљен за потребе педагошког истраживања (примену иновативног модела наставе у Е групи).
- Глобални и оперативни планови рада наставника за извођење наставе биологије у IV разред гимназије природно-математичког смера у Е и К групи.
- Писане припреме наставника за наставу биологије у Е и К групи.
- Избор узорака школа за истраживање у Е и К групи.
- Избор узорака ученика Е и К групе.

Метода теоријске анализе је коришћена за сакупљање и обраду података који се односе на:

- Успех ученика Е и К групе из биологије на крају трћег разреда гимназиј.
- Утврђивање времена провођења педагошког истраживања.
- Избор метода, експерименталних фактора и модела истраживања.
- Избор техника и инструмената истраживања.

3.7.2. Експериментална метода са паралелним групама

„Експеримент је најпоузданији научни поступак за откривање узрочних веза међу појавама“ [97]. Експерименталну методу карактерише планско изазивање промене у циљу проучавања последица које се изазивају у контролисаним условима, са могућношћу мерења тих последица. Задатак овог истраживања је био да се утврди ефикасност примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу биологије. У истраживању је примењена експериментална метода са паралелним групама са једном експерименталном и једном контролном групом. Том приликом се упоређује ефикасност новог модела наставног поступка са неким старијим, већ потврђеним поступком [98].

Паралелне групе током спроведеног истраживања су чинила по три одељења IV разреда гимназије природно-математичког смера из две гимназије у Новом Саду. Експерименталну групу су чинили ученици гимназије „Исидора Секулић“, а контролну групу, ученици гимназије „Јован Јовановић Змај“. На почетку истраживања установљена је њихова уједначеност по одређеним критеријумима. Током реализације педагошког истраживања, ученици Е групе су на часовима биологије користили електронски уџбеник, док су ученици К групе исте садржаје реализовали традиционалном наставом. К група служи контроли, односно установљевању вредности поступка који се примењује у Е групи [97]. На крају истраживања сагледане су разлике у постигнућу ученика Е и К групе, анализом њихових резултата на финалном тесту и ретесту.

3.7.3. Методе педагошке статистике

Током реализације педагошког истраживања добијен је велики број података на тестовима знања ученика Е и К групе (иницијални тест, финални тест и ретест) и анкетама (анкета за ученике и анкета за професоре), који су статистички обрађени помоћу програмског пакета SPSS 19.0. Анализирани су следећи статистички параметри:

- аритметичка средина (AS),

- стандардна девијација (SD),
- стандардна грешка разлике аритметичких средина (SG) и
- процентуални удео (%).

За испитивање повезаности две варијабле коришћен је t – тест (t) и хи-квадрат тест (χ^2) уз праг значајности 0,05 и 0,001, као и коефицијент корелације (r). За упоредну анализу постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту коришћена је мешовита анализа варијансе (ANOVA), при чему је израчунат Wilks' показатељ ламбда.

Резултати истраживања су приказани табеларно и графички.

3.8. Технике и инструменти истраживања

Како би се успешно реализовали циљ и задаци овог истраживања коришћене су истраживачке технике: тестирања, анкетања и скалирања. У истраживању су коришћени следећи инструменти:

- *Иницијални тест* за утврђивање претходно знање ученика Е и К групе из биологије, пре увођења експерименталног фактора у Е групу.
- *Финални тест*, за утврђивање знања ученика Е и К групе из биологије након реализације педагошког истраживања применом различитих модела наставе у Е и К групи.
- *Ретест* тест за испитивање ретенције знања ученика Е и К групе из биологије 75 дана након финалног тестирања.
- *Анкете за ученике* експерименталне групе о примени електронског уџбеника у настави биологије током педагошког истраживања.
- *Анкете за професоре биологије* о значају и примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије.

3.8.1. Иницијални тест

Иницијални тест је састављен из градива наставне теме *Физиологија животиња*, коју су ученици обрадили у III разреду гимназије. На иницијалном тесту се могло освојити највише 100 поена. Питања на тесту су груписана у три когнитивна нивоа, односно домена. То су:

1. **Познавање чињеница** (ниво I), обухватао је три типа питања: *Заокружити слово испред тачног одговора, Допуни реченице речима који недостају и Среди податке*. Максималан број поена у оквиру I нивоа знања је био 30.
2. **Разумевање појмова** (ниво II) са три типа питања: *Напиши стручне називе за следеће исказе, Среди податке и Повежи појмове са одговарајућим тврдњама*. Максималан број поена у оквиру II когнитивног нивоа је био 40.
3. **Примена знања** (ниво III) обухвата једну групу питања *Среди податке* са 30 поена.

Иницијални тест и његово решење су дати у прилогу 8.1.

3.8.2. Финални тест и ретест

Финални тест се односио на садржаје наставне теме *Основи молекуларне биологије*, коју су ученици Е и К групе током педагошког истраживања обрадили на различите начине. Ученици су и на финалном тесту могли остварити највише 100 поена. Обухватао је питања груписана у три когнитивна нивоа (домена), као и иницијални тест:

а) **Познавање чињеница** (ниво I), који је садржавао три различита типа питања: *Заокружи слово испред тачног одговора, Допуни реченице речима које недостају и Среди податке*. Максималан број бодова који се могао остварити на овом нивоу је био 30.

б) **Разумевање појмова** (ниво II) у оквиру кога су била три различита типа питања: *Напиши стручне називе за следеће исказе, Среди податке и Повежи појмове са одговарајућим тврдњама*. У оквиру овог когнитивног нивоа могло се остварити максимално 40 поена.

в) **Примена знања** представља ниво III који је обухватао један тип питања *Среди податке*. Максималан број поена који је могао у оквиру њега да се оствари је 30.

Финални тест, као и његово решење су дати у Прилогу 8. 2.

Ретест је дат 80 дана након финалног тестирања ученика Е и К групе. Овај тест је идентичан финалном тесту. Тако су добијени подаци о трајности усвојених знања ученика Е и К групе по истеку неког времена од финалног тестирања.

Израдом иницијалног и финалног теста реализован је *други задатак истраживања*.

3.8.3. Анкета за ученике експерименталне групе

Анкету су попунили ученици Е групе након финалног тестирања. Циљ анкете је био да се сагледају њихови ставови ученика о иновативном моделу наставе и испита њихова заинтересованост за примену рачунара и електронског уџбеника у настави биологије у гимназији. Анкета се састојала од 5 питања 2 питања отвореног типа и 3 питања са скалом ставова. Анкета за ученике је дата у Прилогу 8.4.

Питања затвореног типа (или тзв. питања „фиксираних избора“) су питања са неколико понуђених одговора, од којих ученик треба да се определи за један. За разлику од њих, питања отвореног типа не нуде никакав одговор, а ученик има потпуну слободу у његовом креирању. Таква су била последња два питања у анкети (питање бр. 4 и 5). Трећа група питања су питања са скалом ставова. „Став је ментална спремност, стечена индивидуалним искуством, која врши директивни или динамички утицај на реаговање особа на објекте и ситуације с којима долази у додир“ [99]. Скала ставова представља директну технику мерења која се састоји од неколико позитивних или негативних тврдњи о објекту става у упитнику анкете [100]. Скала ставова у анкети за ученике Е групе је конструисана по типу тростепене Ликертове сумационе скале, чије су категорије биле: изричито негативан став (*не слажем се*), неутралан став (*делимично се слажем*) и изричито позитиван став (*слажем се*). За сваку појединачну тврдњу, ученик се могао определити за само један став, при чему су ставови бодовани на следећи начин: негативан став са 1 бодом, неутралан са 2 и позитиван са 3 бода. На крају се сабирањем бодова за сваку тврдњу добија укупан резултат који изражава став

ученика, односно указује у којој мери ученици имају позитиван или негативан став према одређеној тврдњи.

Да би могла да се испита веза између ставова ученика о појединим тврдњама и њиховог укупног постигнућа на финалном тесту и ретесту, анкета за ученике Е групе није била анонимна.

3.8.4. Анкета за професоре биологије који раде у гимназији

Анкета за професоре биологије који раде у гимназији је спроведена у циљу прикупљања података и сагледавање њихових ставова о примени електронског уџбеника у настави биологије. У циљу добијања што објективнијих одговара, анкета је била анонимна, а анкетирани су само професори који раде у гимназији. Анкета за професоре биологије је дата у Прилогу 8.5.

Анкета за професоре биологије се састојала од 4 питања: два питања затвореног типа, једно питање отвореног типа и једно питање са скалом ставова. Одговори професора су бодовани у зависности од степена слагања са тврдњом, чиме је омогућено сагледавање и анализирање одређених аспеката примене електронског уџбеника које истучу професори и утврђивање статистички значајних разлика између појединих њихових ставова, као и постојања веза између појединих ставова и њиховог општег става о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији.

3.9. Узорак истраживања

С обзиром на специфичност предмета педагошког истраживања, експеримент је реализован на узорку од 167 ученика из две новосадске гимназије, што представља репрезентативан узорак који омогућује да се добију релевантни резултати на основу којих се могу извести поуздани закључци.

Експерименталну (Е) групу је сачињавало 85 ученика IV разреда гимназије „Исидора Секулић“ из Новог Сада. То су ученици сва три одељења природно-математичког смера (IV₁ - 29 ученика, IV₂ - 25 ученика и IV₃ - 31 ученик). Узорак су представљали само ученици који су радили сва три теста (иницијални тест, финални тест и ретест) и који су попунили анкету за ученике. Ученици Е групе су садржаје из биологије у IV разреду гимназије реализовали применом електронског уџбеника који је направљен за потребе педагошког истраживања.

Контролна (К група) се састојала од 82 ученика IV разреда гимназије природно-математичког смера „Јован Јовановић Змај“ из Новог Сада са три одељења (IV₂ - 26 ученика, IV₃ - 27 ученика и IV₄ - 29 ученика) у којима је настава биологије реализована на традиционалан начин. У овим одељењима је на почетку било више ученика, али за статистичку обраду података су узети само они који су радили сва три теста.

Уједначавање узорака ученика Е и К групе је извршено на основу:

- броја ученика
- успеха ученика из биологије на крају 3. разреда гимназије
- претходног знања ученика из биологије на иницијалном тесту

3.10. Експериментални фактори и модели истраживања

Реализација наставне теме *Основи молекуларне биологије* одвијала се применом различитих модела наставе (различитих облика и метода рада) у Е и К групи. У педагошком истраживању су примењена два различита модела наставе биологије (модел М₁ и М₂), у две различите групе ученика (Е и К групи), што је и приказано у Табели 1.

Табела 1. Експериментални фактори и модели истраживања

Модел	Број ученика	Школа	Фактори	
			Тип часа	Врста наставе и облик рада
М ₁	85 Одељења IV ₁ , IV ₂ и IV ₃	Гимназија „Исидора Секулић“ Нови Сад	Обрада новог градива (9 часова)	– применом електронског уџбеника – индивидуални облик рада
			Вежба (1 час)	– инструктивни листићи – групни облик рада
			Утврђивање градива (3 часа)	– применом наставног листића – групни облик рада
			Систематизација наставне теме (1 час)	– тестирање – индивидуални облик
М ₂	82 IV ₂ , IV ₃ и IV ₄	Гимназија „Јован Јовановић Змај“ Нови Сад	Обрада градива (9) Вежба (1) Утврђивање градива (3)	– традиционална настава – фронтални облик рада
			Систематизација наставне теме (1)	– тестирање – индивидуални облик

Пре почетка педагошког истраживања, професори биологије (Милкица Краснић и Јованка Терзић) који су учествовали у његовој реализацији су усагласиле наставни план свога рада из биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, на основу свог дугогодишњег рада у настави. За реализацију наставне теме *Основи молекуларне биологије* је предвиђено 14 часова, од тога: 9 часова за обраду новог градива, 1 час за извођење вежбе Изоловање ДНК, 3 часа за утврђивање градива и 1. час за систематизацију градива (финално тестирање ученика).

Модел М₁ је примењен у одељењима експерименталне групе у гимназији „Исидора Секулић” у Новом Саду. Због недовољне техничке опремљености кабинета за биологију за примену иновативног модел наставе (јер у њему постоји само један рачунар), обрада новог градива је реализовала у кабинету за информатику, јер ту постоји довољан број рачунара који омогућава индивидуалан облик рада ученика. Вежба је изведене у кабинету за биологију, фронталним и групним обликом рада, применом рачунара и лабораторијско-експерименталне наставне методе уз помоћ наставног листића. Часови утврђивања градива су реализовани групним и фронталним обликом рада, помоћу наставних листића и вербално-текстуалним наставним методама у кабинету биологије.

Модел М₂ је примењен у одељењима контролне групе ученика гимназије „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду. Сви часови, односно часови обраде новог градива, вежбе и утврђивања градива свих наставних јединица које су заступљене у оквиру

наставне теме *Основи молекуларне биологије*, су реализовани у кабинету за биологију фронталним обликом рада и традиционалних метода рада, односно применом вербално-текстуалних и демонстративно-илустративних наставних метода.

Час систематизације градива наставне теме *Основи молекуларне биологије* у обе групе је реализован у кабинету биологију, индивидуалним обликом рада.

3.11. Пројекат експерименталног истраживања

Пројекат експерименталног истраживања, приказан је на Схеми 1.

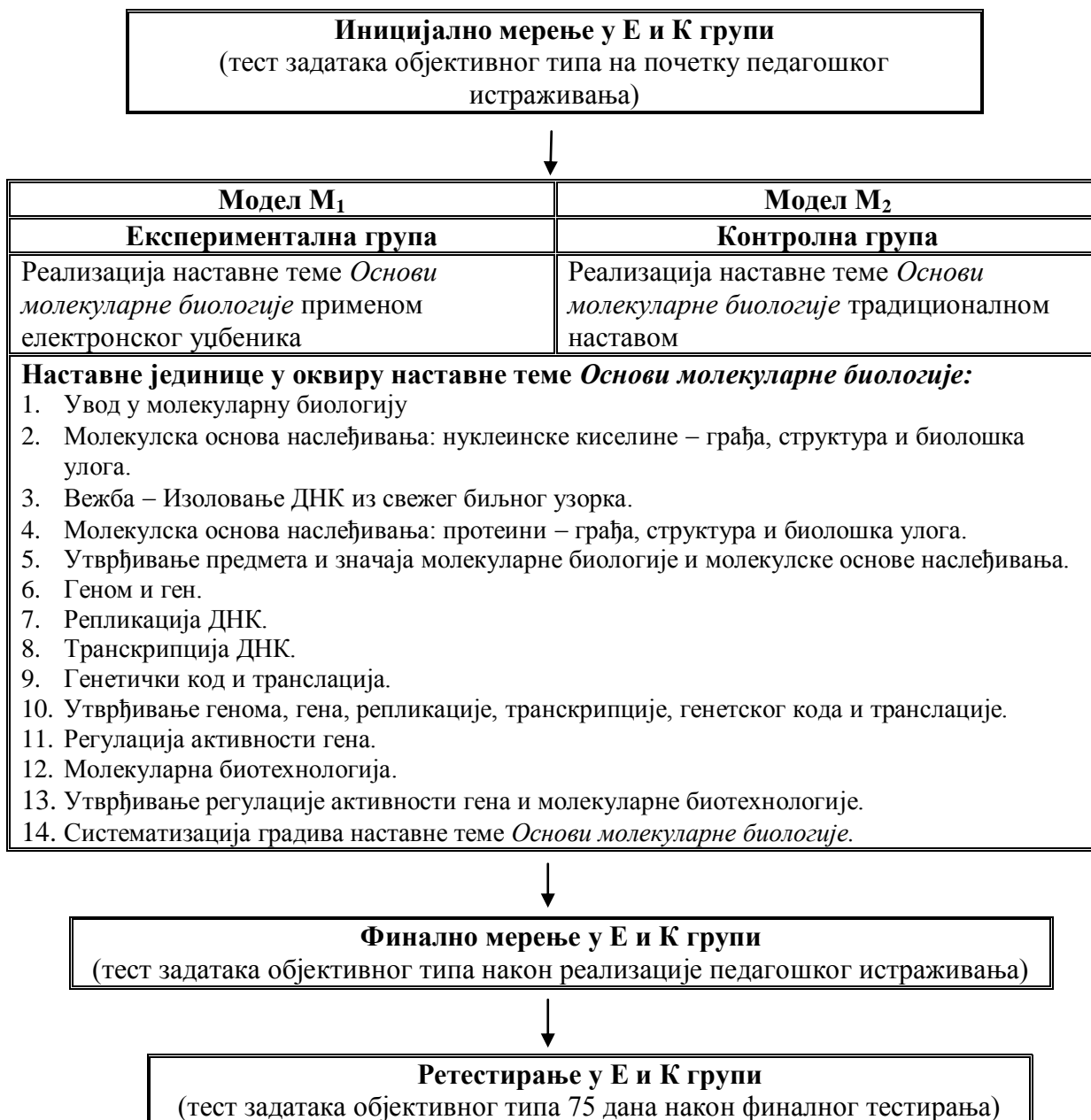


Схема 1. Реализација експерименталног истраживања

3.12. Време провођења педагошког експеримента

Прикупљање и проучавање литературе о ефикасностима модела наставе биологије који су примењени у истраживању у Е и К групи се одвијало током дугогодишњег непосредног рада као професор биологије у гимназији. Експериментално истраживање је спроведено школске 2015/2016. године, а обухватало је:

- Иницијално тестирање ученика Е групе је спроведено 3.9.2015. године, К групе 4.9.2015. године.
- Реализација наставних садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије* се одвијала у периоду од 7.09.2015. године до 7.10.2015. године.
- Финално тестирање ученика Е и К групе је реализовано 9.10.2015. године.
- Ретест је спроведен 75 дана након финалног тестирања, односно 23.12.2015. године у одељењима Е и К групе.
- Анкетирање ученика Е групе реализовано је од 15.10.2015. године.
- Професорима биологије је путем мејла прослеђен електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, који је направљен за потребе педагошког истраживања. Након његовог прегледања професори су попунили анкету и послали је у штампаном облику. Анкету је попунило 57 професора биологије из читаве Републике Србије.

3.13. Методичка упутства за обраду садржаја из биологије

3.13.1. Обрада садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије* у Е и К групи

Педагошко истраживање се одвијало на примеру обраде наставне теме *Основи молекуларне биологије* у IV разред гимназије природно-математичког смера применом различитих модела наставе у Е и К групи. При томе су реализовани следећи садржаји:

Предмет и значај изучавања молекуларне биологије. Молекулска основа биолошких процеса. Интердисциплинарност молекуларне биологије.

Молекулске основе наслеђивања. Нуклеинске киселине и њихова основна структура. Структура и функција ДНК као молекулска основа за очување и преношење генетских информација. Репликација ДНК. Структура РНК. Врсте и функције РНК.

Биосинтеза беланчевина. Генетички код, транскрипција, транслација и биосинтеза протеина. Улога рибозома у биосинтези протеина.

Гени. Дефиниција гена на молекуларном нивоу. Молекулско објашњење односа гена, протеина као генских производа и генотипских особина. Биохемијска основа развића и диференцијација организама.

Генетички инжењеринг. Могућности интервенисања и мењања наследног материјала.

Вежба: Изоловање ДНК и РНК [87].

Садржаји из молекуларне биологије су веома важни за разумевање градива из биологије у IV разреду гимназије. Оно омогућава ученицима да лакше схвате садржаје осталих наставних тема у овом разреду, а нарочито наставне теме *Механизми*

наслеђивања. Због тога је неопходно применити одговарајуће моделе наставе, како би ученици што боље разумели и усвојили.

За реализацију садржаја из биологије предвиђена је следећа методологија:

1. У експерименталној групи:

- *наставне методе*: демонстративно-илустративна, вербално-текстуална и метода самосталног рада ученика,
- *посебне врсте наставе*: примена рачунара у настави,
- *наставни облици*: индивидуални облик рада,
- *наставна средства*: визуелна (електронски уџбеник), манипулативна наставна средства (рачунар) и наставно-радна (наставни листићи).

2. У контролној групи:

- *наставне методе*: вербално-текстуална и демонстративно-илустративна,
- *наставни облици*: фронтални облик рада,
- *наставна средства*: наставно-радна (уџбеник и наставни листићи) и демострациона (зидне слике и постери).

За квалитетно и успешно извођење педагошког истраживања, неопходно је извршити детаљне припреме како наставника, тако и ученика експерименталне групе.

3.13.2. Припрема професора биологије за спровођење педагошког експеримента

Педагошка истраживања су комплексна и обухватају студиозну организацију самог истраживања, а затим његову реализацију. Организација истраживања је обухватала:

- договор са директором гимназије „Јован Јовановић Змај“ о могућности извођења педагошког истраживања (реализацији часова биологије у К групи),
- упућивање молбе Школском одбору гимназије „Јован Јовановић Змај“ за реализовацију педагошког истраживања.

Важни предуслови за успешну организацију и реализацију истраживања су стручна и методичка оспособљеност професора биологије који ће реализовати наставу у Е и К групи. Она је обухватала:

- договор и сарадњу са професором биологије о реализацији садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије* у контролној групи,
- проучавање стручне литературе за реализацију планираних наставних садржаја у оквиру сваке наставне јединице,
- проучавање методичке литературе и избор адекватних наставних метода (примена рачунара и електронског уџбеника у настави биологије) и облика рада (индивидуални облик рада),
- проучавање посебних врста наставе (примена рачунара у настави биологије),
- израду писаних припрема за обраду наставних јединица из наставне теме *Основи молекуларне биологије*,
- упознавање са могућностима програмског пакета *Microsoft Office* и упознавање рада и могућности програма *Hot Potatoes* и његово савладавање,
- израду електронског уџбеника биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера,
- израду инструктивног листића за реализацију експерименталне вежбе,

- израду наставних листића са питањима за понављање обрађених садржаја на часовима утврђивања градива,

При томе је за реализације педагошког експеримента била веома важна студиозна припрема професора биологије за примену иновативног модела наставе у Е групи.

3.13.3. Припрема ученика

Пре почетка педагошког истраживања, поред припреме наставника који су изводили наставу биологије у Е и К групи, извршена је и одговарајућа припрема ученика експерименталне групе. Њима је објашњена суштина истраживања у којем учествују. Припрема ученика Е групе је обухватала:

- договор о реализацији наставне теме *Основи молекуларне биологије* у кабинету за информатику,
- упознавање са електронским уџбеником биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера,
- понављање основних карактеристика програма *Power Point* који су учили у оквиру наставног предмета Рачунарство и информатика.

3.13.4. Преглед етапа примене електронског уџбеника на часовима биологије у експерименталној групи

За реализацију педагошког истраживања било је неопходно креирати и направити интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера. Он је ученицима експерименталне групе служио као замена за важећи штампани уџбеник биологије, чији су аутори Цветковић и сар. [101]. Електронски уџбеник је добро илустрован сликама које су обележене ћиричним писмом. Његов интерфејс, као и детаљно описан садржај и могућности су приказане у поглављу 3.6.

Ток часова биологије Е у групи у којој су садржаји наставне теме *Основи молекуларне биологије* обрађивани применом електронског уџбеника, одвијао се кроз неколико етапа:

Етапа 1: Покретање електронског уџбеника и избор наставне јединице која се обрађује на часу

На свим рачунарима у кабинету за информатику је био инсталиран електронски уџбеник, којем се приступало из фолдера Биологија. У овој етапи, ученици су уласком у тај фолдер одлазили до електронског уџбеника биологије у чијем садржају су кликом на наставну тему *Основи молекуларне биологије* одлазили до наставних јединица. Кликом на одабрану наставну јединицу предвиђену за обраду на датом часу, ученику се отвара њен насловни слајд.

Етапа 2: Решавање теста у уводном делу часа

На насловном слајду сваке наставне јединице, налази се иконица, која одводи ученика на кратки тест, чија питања служе за повезивање претходно усвојених знања са садржајима који треба да се обраде на часу. Тест се састоји од 3 питања, која ако се тачно ураде, ученика одводе на презентацију у којој су приказани садржаји одабране наставне јединице. Ученици самостално раде тест уз надзор наставника.

Етапа 3: Обрада садржаја појединих наставних јединица

После успешно урађеног уводног теста, ученици самостално прелазе садржаје дате наставне јединице. Наставни садржаји у уџбенику су приказани: текстом, нарацијом, сликама, анимацијама, филмовима и тестовима за проверу знања. За ученике који теже савлађују градиво постоји хиперлинк ПОМОЋ који им отвара посебну презентацију са додатним објашњењима. За ученике који желе да прошире своје знање постоје хиперлинкови ИНФОРМАЦИЈА ВИШЕ и ЗАНИМЉИВОСТИ. Они садрже додатне презентације у којима се детаљније обрађује градиво и дају им се смернице за даља самостална истраживања. Сви филмови и анимације који су дати у уџбенику су непосредно повезани са делом градива које се проучава. Сви слајдови имају опцију за укључивање нарације аутора уџбеника, а текст који се на њима налази може да се чита са монитора или да се одштапа. Са сваког слајда може да се оде на РЕЧНИК ПОЈМОВА у коме су дати кључни појмови (стручни термини који се први пут појављују у оквиру обраде нових наставних садржаја). По завршеној обради сваке наставне јединице ученик се хиперлинком одводи на ТЕСТ за проверу знања. Тест се састоји од 5 питања која су непосредно повезана са градивом дате наставне јединице.

Како би се стекао увид у наставне садржаје електронског уџбеника, у писаним припремама наставника за сваку наставну јединицу биће приказани слајдови на којима је приказано наставно градиво. Нарација наставника је опширнија од текста на слајдовима, тако да текст на слајдовима представља најважније тезе из градива.

Етапа 4. Решавање завршног теста

Након прочитаног, саслушаног и пређеног наставног градива ученици притиском на иконицу Тест самостално проверавају усвојено знање дате наставне јединице. Тест се састоји од 5 питања. Ако ученик тачно одговори, аутоматски прелази на следеће питање, а ако погрешно, отвара се слајд у којем је укратко објашњено градиво из ког је питање. На овај начин се омогућује ученицима да одмах понове градиво које нису добро разумели, чиме се повећава квалитет њиховог знања. Док ученици решавају тест наставник прати њихов рад и по потреби им даје одређене инструкције. Када успешно заврше тест, ученици прелазе на следећу етапу.

Етапа 5: Дискусија

У завршном делу часа (5-10 минута пре завршетка часа), наставник прекида рад ученика на рачунару и покреће дискусију како би сагледао степен савладаности обрађене наставне јединице.

Етапа 6: Домаћи задатак

Након завршене дискусије, наставник задаје ученицима домаћи задатак од неколико питања која захтевају примену усвојених знања. То могу бити конкретни задаци или сагледавање конкретних проблема из реалног живота која су базирана на усвојеним садржајима на датом часу.

Током реализације садржаја из биологије у IV разреду гимназије природно-математичког смера применом електронског уџбеника, уочено је велико интересовање ученика за овакав начин рада на часовима биологије. Они су веома брзо и лако савладали начин његовог функционисања, тако да се настава биологије у одељењима експерименталне групе одвијала без посебних проблема. Сви ученици су добили електронски уџбеник тако да су могли да га користе и код куће. Уочено је да је примена електронског уџбеника повећала заинтересованост ученика на часовима биологије, повећала њихову активност на часовима, као и у изради домаћих задатака.

Неки ученици су код куће самостално правили мултимедијалне презентације за делове „Занимљивости“ и „Информација више“, које су користили заинтересовани ученици.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

На крају реализације педагошког истраживања добијен је велики број података. Статистичка обрада и анализа резултата тестова (иницијалног теста, финалног теста и ретеста) и анкета (за ученике и професоре о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије у гимназији) омогућила је да се провере хипотезе истраживања и изведу закључци о ефикасности примене електронског уџбеника у настави биологије у односу на традиционалну наставу.

4.1. Успех ученика Е и К групе из биологије на крају III разреда гимназије

На почетку педагошког истраживања, извршено је уједначавање узорка ученика експерименталне и контролне групе на основу успеха из биологије на крају 3. разреда гимназије и претходног знања из биологије на иницијалном тесту.

Успех ученика Е и К групе из биологије на крају III разреда гимназије сагледан је увидом у дневницима рада. Добијени резултати приказани су у Табели 2. и на Графикону 1.

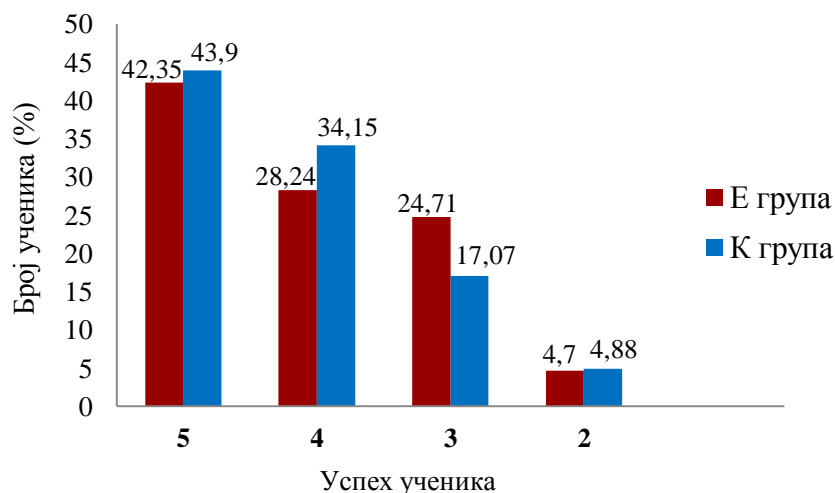
Табела 2. Успех ученика Е и К групе из биологије

Школа	Одељење	Број ученика	Одлични		Врло добри		Добри		Довољни		Средња оцена
			Бр.	%	Бр.	%	Бр.	%	Бр.	%	
Е група	III ₁	29	9	31,03	10	34,48	8	27,59	2	6,9	3,90
	III ₂	25	10	40	8	32	6	24	1	4	4,08
	III ₃	31	17	54,84	6	19,35	7	22,58	1	3,23	4,26
Укупно	3	85	36	42,35	24	28,24	21	24,71	4	4,7	4,08
К група	III ₂	26	11	42,31	9	34,61	5	19,23	1	3,85	4,15
	III ₃	27	10	37,04	11	40,74	4	14,81	2	7,41	4,07
	III ₄	29	15	51,72	8	27,59	5	17,24	0	0	4,21
Укупно	3	82	36	43,90	28	34,15	14	17,07	3	4,88	4,14

На основу израчунатих података може се констатовати да:

- Од 85 ученика Е групе: 36 ученика (42,35%) је имало одличан успех из биологије, 24 ученика (28,24%) врлодобар успех, 21 ученик (24,71%) добар успех и 4 ученика (4,7%) довољан успех. У овој групи није било ученика са недовољном оценом из биологије. Просечна оцена ученика Е групе из биологије на крају трећег разреда гимназије је 4,08.
- Од 82 ученика К групе: 36 ученика (43,9%) је имало одличан успех из биологије, 28 ученика (34,15%) врло добар успех, 14 ученика (17,07%) добар успех и 3 ученика (4,88%) довољан успех. Ни у К групи није било ученика са недовољном оценом из

биологије. Просечна оцена ученика К групе из биологије на крају трећег разреда гимназије била је 4,14.



Графикон 1. Успех ученика Е и К групе из биологије

Да би тестирали разлику у броју ученика са довољним, добрим, врлодобрим и одличним успехом из биологије на крају 3. разреда гимназије између ученика Е и К групе примењен је Хи квадрат тест (χ^2 тест), а његови резултати су приказани у Табели 3.

Табела 3. Тестирање разлика успеха ученика Е и К групе из биологије

Група	одличан	врлодобар	добар	довољан	χ^2	df	N	p
Е	36	28	21	4	1,22	3	167	0,749
К	36	24	14	4				

Резултати теста су показали да између Е и К групе не постоји статистички значајна разлика у успеху ученика из биологије, односно χ^2 (df 3, n = 167) = 1,22, p = 0,749 > 0,05 уз примењену Yates-ову корекцију (јер ученика са довољним успехом у обе групе има мање од 5). То значи да је распоређивање ученика у категорије према успеху исто, односно да је структура ученика у Е и К групи према успеху иста.

На основу изложених података може се констатовати да су обе групе уједначене на основу успеха ученика из биологије на крају III разреда гимназије. Велики број ученика са одличним и врло добрим успехом из биологије у Е и К групи показује да су обе групе ученика погодне за реализацију педагошког истраживања.

4.2. Резултати иницијалног тестирања

Иницијално тестирање ученика Е и К групе спроведено је на почетку педагошког истраживања. Овај тест је имао за циљ да се Е и К група уједначе на основу њиховог предзнања из биологије непосредно пре увођења експерименталног фактора у Е групу. Статистички показатељи иницијалног теста су приказани у Табели 4.

Табела 4. Резултати иницијалног теста

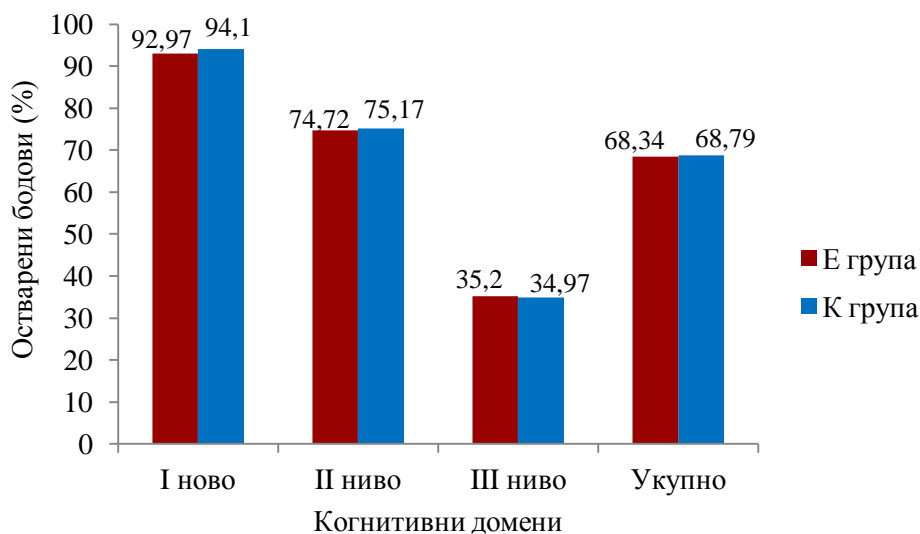
Ниво знања	Група	Број ученика	AS	%	SD	SG	AS _E - AS _K	Значајност разлика
I ниво (познавање чињеница)	Е	85	27,89	92,97	2,304	0,250	-0,34	t (165) = -1,207 p= 0,230
	К	82	28,23	94,10	1,136	0,125		
II ниво (разумевање појмова)	Е	85	29,89	74,72	4,169	0,452	0,16	t (165) = 0,369 p=0,713
	К	82	30,07	75,17	1,601	0,177		
III ниво (примена знања)	Е	85	10,56	35,20	3,749	0,407	-0,07	t (165) = -0,169 p= 0,866
	К	82	10,49	34,97	1,827	0,202		
Укупно постигнуће на тесту	Е	85	68,34	68,34	8,593	0,932	-0,45	t (165) = -0,412 p= 0,681
	К	82	68,79	68,79	2,819	0,311		

p* < 0,05; p** < 0,001

Просечан број бодова ученика Е групе на иницијалном тесту у целини је 68,34 а ученика К групе 68,79. Анализом успеха обе групе по нивоима знања, уочава се да су ученици остварили најбољи успех на I когнитивном нивоу (познавање чињеница): ученици Е групе просечно 27,89 бодова (92,97% од максималног броја бодова), а ученици К групе просечно 28,23 бода (94,10% од максималног броја бодова). Обе групе су оствариле слабији резултат на II когнитивном нивоу знања (разумевање појмова): ученици Е групе просечно 29,89 бодова (74,72%), а ученици К групе просечно 30,07 бодова 75,17% од максималног броја бодова). На III нивоу знања (примена знања) обе групе су остварила најслабији успех: ученици Е групе просечно 10,56 бодова (35,20%), а ученици К групе 10,49 бодова (34,97%).

Ученици К групе су на иницијалном тесту постигли бољи успех од ученика Е групе на: I когнитивном нивоу знања (за просечно 0,34 бода) и II нивоу знања (за просечно 0,18 бодова), као и на иницијалном тесту у целини (за просечно 0,40 бодова), док су ученици Е групе били бољи од ученика К групе само на III нивоу знања (за просечно 0,07 бодова).

Резултати иницијалног теста за ученике Е и К групе на сва три нивоа знања и на тесту у целини приказани су и на Графику 2.



Графикон 2. Успех ученика Е и К групе на иницијалном тесту по нивоима знања и на тесту у целини

Значајност разлика у постигнућима ученика Е и К групе на иницијалном тесту по нивоима знања и на тесту у целини тестирана је t -тестом. Узимајући у обзир коресподентну вредност $t=1,96$ за праг значајности од $p=0,05$, може се констатовати да на иницијалном тесту није остварена статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе, како по когнитивним нивоима знања, тако ни на тесту у целини. За први когнитивни ниво израчуната вредност t је $-1,207$, што је мање од коресподентне вредности t , за други когнитивни ниво t је $0,369$, што је мање од коресподентне вредности t , као и за трећи когнитивни ниво чија је израчуната вредност $t= -0,169$. На иницијалном тесту у целини, израчуната вредност t је $-0,412$ што је мање од коресподентних вредности t за оба прага значајности ($0,05$ и $0,01$). На основу вредности t не постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика Е и К групе на иницијалном тесту ни по нивоима знања, ни на тесту у целини. Израчунате вредности p су веће од $0,05$ за сва три нивоа знања ($p_I=0,23>0,05$; $p_{II}=0,713>0,05$ и $p_{III}=0,866>0,05$), као и на иницијалном тесту у целини ($p=0,681>0,05$). Ови подаци показују да су Е и К група добро уједначене на основу претходних знања ученика из биологије на почетку истраживања. То је омогућило наставак педагошког експеримента и извођење валидних закључака након његове реализације.

Уједначавањем Е и К групе на основу успеха из биологије на крају 3. разреда гимназије и њиховог постигнућа на иницијалном тесту, **реализован је трећи задатак истраживања.**

4.3. Резултати финалног тестирања

Финални тест је спроведен након реализације наставне теме *Основи молекуларне биологије* применом електронског уџбеника у Е групи и традиционалне наставе у К групи. Циљ теста је био да се сагледа ефикасност примене електронског уџбеника настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу током обраде исте наставне теме. Статистички параметри финалног теста су приказани у Табели 5.

Табела 5. Резултати финалног теста

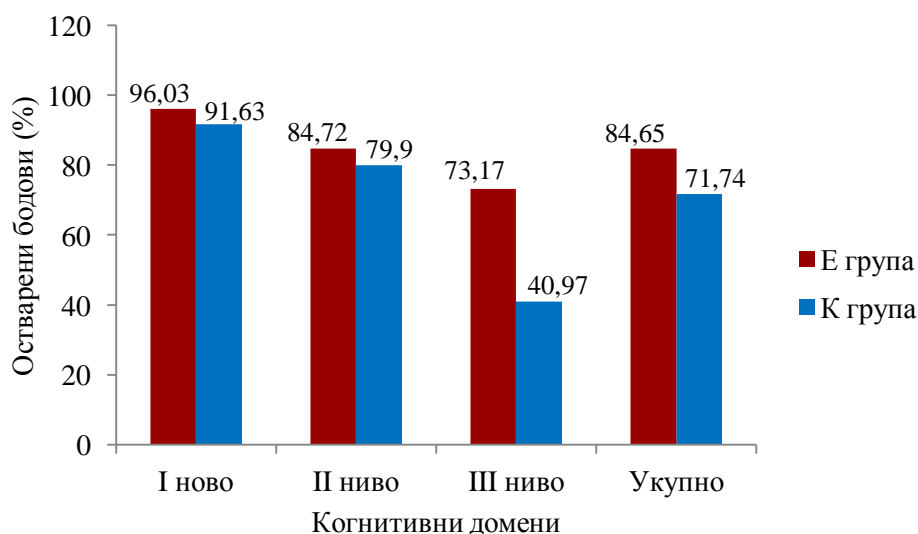
Ниво знања	Група	Број ученика	AS	%	SD	SG	AS _E - AS _K	Значајност разлика
I ниво (познавање чињеница)	E	85	28,81	96,03	1,314	0,143	1,32	t (165) = 5,789 p=0,0001**
	K	82	27,49	91,63	1,62	0,179		
II ниво (разумевање појмова)	E	85	33,89	84,72	3,299	0,358	1,93	t (165) = 4,136 p=0,0001**
	K	82	31,96	79,90	2,715	0,300		
III ниво (примена знања)	E	85	21,95	73,17	4,741	0,514	9,66	t (165) = 14,517 p=0,0001**
	K	82	12,29	40,97	3,825	0,422		
Укупно постигнуће на тесту	E	85	84,65	84,65	7,631	0,828	12,91	t (165) = 11,621 p=0,0001**
	K	82	71,74	71,74	6,674	0,737		

p* < 0,05; p** < 0,001

Ученици Е групе су на финалном тесту постигли најбољи успех на I когнитивном нивоу – просечно 28,81 бод (96,03% од максималног броја бодова), а затим на II нивоу знања – просечно 33,89 бодова (84,72%), док су најслабији успех остварили на III нивоу знања – просечно 21,95 бодова (73,17%). На финалном тесту у целини остварили су просечно 84,65 бодова (84,65%).

Ученици К групе су на финалном тесту такође остварили најбољи успех на I когнитивном нивоу – просечно 27,49 бодова (91,63%), а затим на II нивоу знања – 31,96 бодова (79,90%), док су најслабији успех постигли на III нивоу знања – просечно 12,29 бодова (40,97%). На финалном тесту у целини остварили су просечно 71,74 бодова (71,74%).

Да би боље уочили разлике у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту његови резултати су приказани и на Графикону 3.



Графикон 3. Успех ученика Е и К групе на финалном тесту знања по нивоима знања и на тесту у целини

Ученици Е групе су на финалном тесту постигли бољи успех од ученика К групе на сва три нивоа знања и на тесту у целини. Највећа разлика између две групе је на III когнитивном нивоу (просечно 9,66 бодова), на II когнитивном нивоу разлика је 1,93 бода, а на I когнитивном нивоу 1,32 бода. Разлика у њиховом постигнућу на тесту у целини је 12,91 бод.

На основу статистичких показатеља финалног теста, односно на основу t – теста (Табела 5), остварене разлике у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту су статистички значајне на сва три нивоа знања и на тесту у целини. Узимајући у обзир коресподентну вредност $t=1,96$ за праг значајности од $p=0,05$ и коресподентну вредност $t=2,58$ за праг значајности од $p=0,01$, остварена разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту, по когнитивним нивоима и на тесту у целини је статистички значајна. За први когнитивни ниво t је 5,789, што је веће од обе коресподентне вредности t , за други когнитивни ниво t је 4,136 што је такође веће од обе коресподентне вредности t , као и за трећи когнитивни ниво чија је израчуната вредност $t=14,517$. На основу израчунатих вредности t – теста по когнитивним нивоима постоји статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тестирању у корист ученика Е групе. На основу резултата ученика Е и К групе на финалном тесту у целини, израчуната вредност t од 11,621 је већа од коресподентних вредности t за оба прага значајности (0,05 и 0,01), због чега је остварена разлика у успеху ученика Е и К групе на финалном тесту у целини у корист ученика Е групе статистички значајна.

Израчуната вредност p је мања за оба нивоа значајности (0,05 и 0,001) за сва три когнитивна нивоа. За први когнитивни ниво вредност p је мања за оба нивоа значајности: $p_I=0,0001<0,05<0,001$, као и за други когнитивни ниво $p_{II}=0,0001<0,05<0,001$ и за трећи когнитивни ниво $p_{III}=0,0001<0,05<0,001$. Остварена разлика у резултатима финалног тестирања ученика Е и К групе на финалном тесту у целини је статистички значајна за оба нивоа значајности, јер је $p=0,0001<0,05<0,001$.

Анализом постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту (на сва три когнитивна нивоа и на финалном тесту у целини), **реализован је четврти задатак истраживања.**

Тиме је **потврђена прва хипотеза истраживања (X1)** да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на финалном тесту знања од ученика К групе, на сва три когнитивна домена, као и на тесту у целини.

Анализом резултата постигнућа ученика Е групе утврђено је да су ученици постигли знатно бољи успех на финалном тесту у односу на иницијални тест у решавање питања и задатака другог, а нарочито трећег когнитивног домена. Ученици Е групесу испољили већу способност решавања комплекснијих питања и задатака у односу на ученике К групе. Резултати истраживања показују да остварена разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту није само у квантитету, већ и у квалитету знања, у корист ученика Е групе. Статистички значајне разлике у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту, како по когнитивним доменима, тако и на тесту у целини, резултат су примене иновативног модела наставе биологије, односно примене интерактивног електронског уџбеника и индивидуалног облика рада у Е групи у односу на традиционалну наставу примењену у К групи.

Мали број истраживача (код нас и у свету) је проучавао ефекте електронског уџбеника у настави. То је комплексан и дуготрајан процес, најпре израде електронског уџбеника, а затим његове примене у настави и реализације педагошког истраживања, због чега се већина аутора бави само теоријским проблемом ефикасности ових уџбеника. Једно од првих истраживања о ефикасности електронског уџбеника у односу

на традиционалне штампане уџбенике, спроведено је 2010. године на универзитету у централној Вирџинији (САД), као пилот програм [102]. Односи се на наставу историје (други ниво). Студенти су подељени у две групе: прву која је користила електронски уџбеник и другу која је користила традиционални штампани уџбеник. Истраживање је трајало 16 недеља током којих су студенти урадили своје пројекте. Статистичка обрада је подразумевала поређење ове две групе у односу на ефикасност израде пројекта и мотивацију студената приликом његове израде. Анализом ANOVA показано је да постоји статистички значајна разлика између ове две групе студената, јер је коресподентна вредност $p = 0,01$ мања од коресподентне вредности за ниво значајности од 0,05. Резултати истраживања су показали да су студенти који су користили електронски уџбеник, квалитетније и брже урадили пројекат и при том били мотивисанији за његову израду у односу на студенте који су користили традиционални штампани уџбеник. Аутори су доказали да електронски уџбеници повећавају активности ученика током процеса учења, због чега се повећава и ефикасност саме наставе, јер се когнитивна енергија максимално користи за обраду информација. По њиховом мишљењу иако треба још детаљније истражити утицај електронских уџбеника у процесу стицања знања, електронски уџбеници подстичу мотивацију ученика током учења.

Ефикасност мултимедијалног рачунарског софтвера у односу на традиционалне методе рада у настави потврдило је истраживање Ergun [59], спроведено у провинцији Kahramanmaraş у Турској у основној школи. Током обраде наставних садржаја о здравом начину живота, 60 ученика обрађивало садржаје *Храна и здрава исхрана* у две групе. Експериментална група је реализовала часове у рачунарској учионици применом мултимедијалног образовног софтвера, индивидуалним обликом рада, док су ученици контролне групе исте садржаје реализовали традиционалним наставним методама и фронталним обликом рада. Истраживање је трајало 8 недеља. На првом часу ученици обе групе су радили иницијални тест (пре-тест), како би се стекао увид у њихово знање о здравом начину исхране, а на последњем часу су радили тест знања, како би се утврдило колико су научили током трајања истраживања. Анализом постигнућа ученика обе групе на иницијалном тесту, уочено је да не постоји статистички значајна разлика у њиховом знању о здравом начину исхране, јер је добијена вредност $t = 0,307$ мања од коресподентне вредности за ниво значајности $p = 0,05$ ($t = 1,96$). Анализом резултата добијених на тесту знања уочена је статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе и то за оба нивоа значајности ($t = 3,876$; $p < 0,05$ и $p < 0,01$). Аутор наводи да резултати показују да употреба рачунарског мултимедијалног софтвера доводи до повећања знања ученика, а такође и у подизању свести о принципима здравог начина живота.

У истраживању у средњој школи, Chieng, Chieng и Chen [62] су испитивали ефикасност мултимедијалног рачунарског образовног софтвера током обраде биолошких садржаја *о грађи и улози биомакромолекула*, првенствено протеина и нуклеинских киселина. У експеримент је било укључено 95 ученика, који су подељени у две групе: једну која је наставне садржаје реализовала помоћу мултимедијалног софтвера и другу која је исте садржаје реализовала традиционалним методама. На почетку експеримента, ученици обе групе су радили иницијални тест како би се стекао увид у њихово дотадашње знање о грађи молекула. Резултати тог теста су показали да није постојала статистички значајна разлика у постигнућима ученика прве и друге групе ($t = 0,137$, $p < 0,05$). Обрада наставних садржаја је трајала две недеље након чега су ученици обе групе радили исти тест знања. Анализом резултата тог теста, уочено је да су ученици из групе који су користили мултимедијални софтвер успешније урадили тест од ученика који га нису користили. Та разлика у постигнућима ученика је статистички

значајна за оба нивоа значајности ($t=4,972$; $p<0,05$ и $p<0,01$). Аутори су закључили да су ученичка постигнућа много већа ако се користе мултимедијални рачунарски софтвери у настави. Такође, мултимедија преко симулација пружа ученицима специфично визуелно искуство, које позитивно утиче на усвајање знања. Интерактивност образовног софтвера омогућава ученицима да кроз интуицију и методом покушаја и грешке које могу понављати колико год им је потребно, доводи до повећања њиховог знања.

Истраживање Nwafog и Charity [103] је показало да примена рачунара у настави биологије доводи до бољих резултата у постигнућима ученика у односу на традиционалне методе и облике рада. Експериментом је било обухваћено 140 ученика виших разреда средње школе у Nsukka у Нигерији, који су подељени у две групе. Експерименталну групу је сачињавало 69 ученика који су наставне садржаје *Осмоза и дифузија* реализовали применом рачунарског образовног софтвера, без наставника, док је контролну групу чинило 71 ученик који је слушао традиционална предавања наставника при обради истих наставних садржаја. После обраде биолошких садржаја, ученици обе групе су радили у исто време исти тест. Анализом резултата тог теста, установљено је да су ученици Е групе много боље решили тест знања од ученика К групе. Та разлика је била статистички значајна за оба нивоа значајности ($F=39,357$; $p=0,0001<0,5<0,01$), на основу чега су аутори закључили да је примена образовних рачунарских софтвера у настави супериорнија од традиционалног начина рада. Примена ОРС-а доводи до повећања ефикасности у стицању ученичких знања и вештина посматрања, комуникације, мерења, разврставања информација и извођења закључака. Образовни рачунарски софтвери такође, значајно обогаћују спектар искустава приликом учења, што није могуће традиционалним методама рада у наставном процесу.

Ефекте примене образовног рачунарског софтвера на обраду садржаја *Екологија*, проучавали су Yusuf и Afolabi [104]. Педагошко истраживање је спроведено у првом разреду више средње школе у Нигерији у градовима Оуо и Ibadan. Учествовало је укупно 120 ученика који су подељени у две групе: експерименталну групу која је обухватала 80 ученика који су користили образовни рачунарски софтвер и контролну, која је исте наставне садржаје реализовала традиционалним методама и облицима рада и обухватала је 40 ученика. Експериментална група је подељена на: групу I од 40 ученика који су рачунар и образовни софтвер користили индивидуалним обликом рада и групу II такође од 40 ученика који су рачунар и образовни софтвер користили групним обликом рада. Еколошки садржаји које су све три групе ученика реализовали обухватили су: односе исхране у екосистемима, ланце ихране, мреже ланаца исхране, трофичке пирамиде, кружење материје и протицање енергије у екосистемима. После реализације тих садржаја, сви ученици су радили тест, како би се сагледала усвојеност садржаја из екологије. Анализом резултата истраживања, утврђено је постојање разлика у постигнућима ученика контролне групе и обе експерименталне групе. Анализом резултата ученика контролне и експерименталне групе I, разлика у оствареном просечном броју поена на тесту која је износила 3,82 у корист ученика експерименталне групе I је статистички значајна ($p=0,0001<0,5<0,01$). Разлика у постигнућу ученика контролне групе и експерименталне групе II која је износила просечно 6 поена је такође била статистички значајна ($p=0,0001<0,01<0,5$). На основу ових резултата аутори су закључили да је примена рачунара и образовног рачунарског софтвера имала позитиван утицај на процес стицања знања у односу на традиционалне наставне методе. Анализа резултата истраживања је такође показала да су ученици који су рачунар и образовни софтвер користили групним обликом рада (група II) постигли бољи успех од ученика који су самостално користили рачунар и образовни софтвер (група I) за просечно 2,62 поена ($p=0,0014<0,5$). На основу тога аутори су закључили да коришћење рачунара у

процесу учења позитивно утиче и на развој социјалних интеракција међу ученицима. Према мишљењу аутора истраживања, ово у многоме олакшава опремање школа савременим наставним средствима и помагалима, јер за наставу врхунског квалитета није потребно да сваки ученик ради за једним рачунаром.

4.4. Резултати ретестирања

Ретестирање ученика обе групе је реализовано 75 дана након финалног тестирања, без претходне најаве. Коришћен је исти тест као и за финално тестирање. Овај тест је имао за циљ сагледавање трајности усвојеног знања ученика Е и К групе из градива наставне теме *Основи молекуларне биологије*. Статистички показатељи ретеста приказани су у Табели 6.

Табела 6. Резултати ретеста

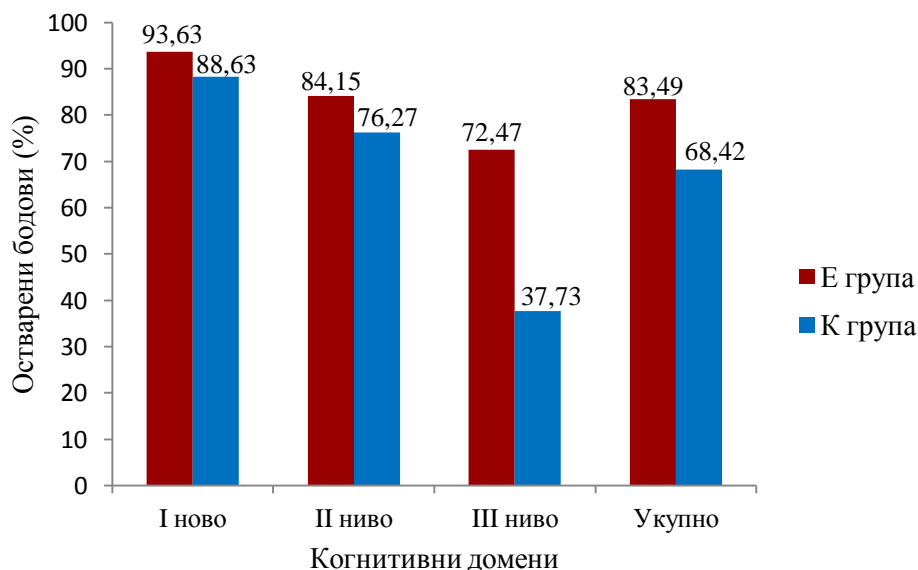
Нивои знања	Група	Број ученика	AS	%	SD	SG	AS _Е - AS _К	Значајност разлика
I ниво- (познавање чињеница)	Е	85	28,09	93,63	1,333	0,145	1,50	t (165) = -6,741 p=0,0001**
	К	82	26,59	88,63	1,547	0,171		
II ниво- (разумевање појмова)	Е	85	33,66	84,15	3,469	0,376	3,15	t (165) = -6,073 p=0,0001**
	К	82	30,51	76,27	3,225	0,356		
III ниво- (примена знања)	Е	85	21,74	72,47	4,974	0,540	10,42	t (165) = -16,018 p= 0,0001**
	К	82	11,32	37,73	3,296	0,364		
Укупно постигнуће на тесту	Е	85	83,49	83,49	8,419	0,913	15,07	t (165) = -12,718 p=0,0001**
	К	82	68,42	68,42	6,984	0,771		

p* < 0,05; p** < 0,001

Ученици Е групе су и на ретесту постигли најбољи успех на I нивоу знања – просечно 28,09 бодова (93,63% од максималног броја бодова), затим на II нивоу знања – просечно 33,66 бодова (84,15%), док су најслабији успех остварили на III нивоу знања – просечно 21,74 бода (72,47%). Ученици Е групе су на ретесту у целини остварили просечно 83,49 (83,49%) бодова

И ученици К групе су набољи успех постигли на I нивоу знања, просечно 26,59 бодова (88,63%), затим на II нивоу знања 30,51 бодова (76,27%), док су најслабији успех постигли на III нивоу знања просечно 11,32 бода (37,73%). Ученици К групе су на ретесту у целини постигли просечно 68,42 (68,42%) бодова.

Да би боље уочили разлике у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту његови резултати су приказани и на Графикону 4.



Графикон 4. Успех ученика Е и К групе на ретесту по нивоима знања и на тесту у целини

Ученици Е групе су и на ретесту постигли бољи успех од ученика К групе на сва три нивоа знања и на ретесту у целини. Највећа разлика између две групе је на III когнитивном нивоу (примена знања). Ученици Е групе су на овом нивоу знања остварили просечно 21,74 бода, док су ученици К групе остварили 11,32 бода (разлика је 10,42 бода у корист ученика Е групе). На II когнитивном нивоу ученици Е групе остварили су просечно 33,66 бодова, а ученици К групе просечно 30,51 бод (разлика је 3,15 бодова у корист ученика Е групе). Најмања разлика је на I когнитивном нивоу на коме су ученици Е групе остварили просечно 28,09 бодова, а ученици К групе 26,59 бодова (разлика је 1,50 бодова). Разлика у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту у целини је 15,07 бодова, јер су ученици Е групе остварили просечно 83,49 бодова, а ученици К групе 68,42 бода. Просечан успех ученика Е групе на ретесту је изузетно висок и износи 83,49 поена. То је је резултат не само обраде наставне теме Основи молекуларне биологије применом електронског уџбеника већ и наредне наставне теме *Механизми наслеђивања*, у којој се доста појмова понавља, на пример: кросинг овер, репликација, транскрипција, транслација, регулација механизма преноса генетичке информације, поправљајућих механизма, промене у структури ДНК,....).

За испитивање значајности разлика у постигнућима ученика Е и К групе, као и на иницијалном и финалном тесту коришћен је t-тест. Остварене разлике између Е и К групе на сва три когнитивна нивоа као и на тесту у целини су статистички значајне, за оба нивоа значајности. Анализом добијених вредности t- коефицијента уочава се да су оне веће од коресподентних вредности за оба прага значајности (0,05 и 0,01). На основу коресподентних вредности $t=1,96$ за праг значајности од $p=0,05$ и $t=2,58$ за праг значајности од $p=0,01$, остварене разлике у постигнућима ученика Е и К групе на ретесту по когнитивним нивоима и на тесту у целини су статистички значајне: за први когнитивни ниво израчуната вредност t је 6,741 што је веће од обе коресподентне вредности t, за други когнитивни ниво t је 6,065, што је такође веће од обе коресподентне вредности t, као и за трећи когнитивни ниво чија је израчуната вредност $t=16,018$. На основу вредности t од 12,718 на ретесту у целини разлика у постигнућима ученика Е и К групе од 15,07 бодова у корист ученика Е групе је такође статистички

значајна. На основу анализе t – теста остварена разлика у постигнућима ученика Е и К групе на ретесту, како на сва три когнитивна домена, тако и на тесту у целини је статистички значајна. Израчуната вредност p је била мања за оба нивоа значајности (0,05 и 0,001) на сва три когнитивна нивоа ($p_I=0,0001$, $p_{II}=0,0001$ и $p_{III}=0,0001$), као и за финални тест у целини ($p=0,0001$).

Анализом постигнућу ученика Е и К групе на ретесту (на сва три когнитивна нивоа и на ретесту у целини), **реализован је пети задатак истраживања.**

Тиме је **потврђена друга хипотеза истраживања (Х2)** да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на ретесту од ученика К групе, на сва три когнитивна домена као и на тесту у целини.

Да иновативни модел наставе уз примену рачунара и образовних софтвера, повећава квантитет и квалитет знања ученика потврђено је и у истраживањима других аутора.

У истраживању спроведеном у првом разреду гимназије Одаџић и сарадници [105] су испитивали ефикасност мултимедијалног рачунарског софтвера током реализације биолошких садржаја *Циклус ћелије. Деоба ћелије: амитоза, митоза и мејоза*. У истраживање је било укључено 60 ученика који су подељени у две групе: Е групу (30 ученика) који су наставне садржаје реализовали применом образовног софтвера и К групу (30) ученика који су исте садржаје реализовали традиционалним методама. По завршетку обраде наставних садржаја у обе групе су тестиране тестом који се састојао од питања и задатака на три когнитивна домена: познавање чињеница, разумевање појмова и анализа и резонување. Како би се испитала ретенција знања ученици су исти тест радили и након три недеље. Резултати овог истраживања показују да су ученици Е групе постигли бољи успех на оба теста (финалном тесту и ретесту) од ученика К групе, како по нивоима знања, тако и на тестовима у целини. Наиме, разлика у постигнућу ученика Е групе на финалном тесту у односу на ученике К групе је била највећа на питањима и задацима другог нивоа знања и износила је просечно 6,77 поена. На трећем нивоу разлика је била нешто мања и износила је 4,12 поена, док је на првом нивоу знања била незнатна и износила је 1,71 поен. Све разлике су биле статистички значајне (за оба нивоа значајности, тј. за 0,5 и 0,01), односно $t_I=6,545$; $t_{II}=10,830$ и $t_{III}=11,348$. Када се посматра финални тест у целини и на њему су ученици Е групе остварили бољи успех од ученика К групе за просечно за 12,6 поена, што је статистички значајна разлика за оба нивоа значајности, јер је $t=11,52 > 0,5 > 0,01$. Анализом резултата ретеста уочено је да су ученици Е групе у односу на ученике К групе били најуспешнији у решавања питања и задатака другог нивоа знања (разлика у њиховом просечном постигнућу износила је 6,83 бодова). Разлика између група је била нешто мања на трећем нивоу знања (4,07 бодова), а најмања на првом нивоу знања (2,02 бода). Вредности t -теста су показале да су ове разлике статистички значајне за оба нивоа значајности, јер је $t_I=7,191$; $t_{II}=10,655$ и $t_{III}=11,190$. На основу резултата ретеста у целини остварена разлика од 12,89 поена у корист ученика Е групе, је статистички значајно за оба нивоа значајности, јер је $t=11,51 > 0,5 > 0,01$. Аутори су истакли да су резултати истраживања показали да мултимедијални образовни софтвер утиче на повећање ефикасности наставе, односно на повећање квантитета и квалитета знања ученика. Они сматрају да се на овај начин могу реализовати различити наставни садржаји на различитим нивоима образовања. Препоручили су такође већу употребу мултимедије приликом реализовања наставе биологије.

У истраживању Жупанец и сарадници [42], потврђено је да примена образовног софтвера и индивидуални облик рада доводе по повећања квантитета и квалитета знања ученика основне школе из биологије. За потребе истраживања конструисан је

рачунарски софтвер по моделу програмиране наставе за обраду наставне подтеме *Хордати у VI* разреду основне школе. Педагошки експеримент је спроведен на узорку од 214 ученика, који су били подељени у две групе: експерименталну групу која је имала 106 ученика, и контролну групу која је имала 108 ученика, Ученици Е групе су су наставну под тему *Хордати* реализовали у рачунарским учионицама, индивидуалним обликом рада уз примену образовног рачунарског софтвера. Ученици К групе су исте наставне садржаје реализовали традиционалним методама и фронталним обликом рада. Пре почетка педагошког експеримента Е и К група су уједначене на иницијалном тесту. Након реализације наставне теме *Хордати* применом различитих модела наставе у Е и К групи извршено је финално тестирање. Резултати овог теста су показали да су ученици Е групе боље урадили тест у односу на ученике К групе, како на појединачним когнитивним доменима, тако и на тесту у целини. Наиме, ученици Е групе су остварили бољи резултат од ученика К групе на питањима и задацима I нивоа знања за просечно 2,08 поена. Та разлика је статистички значајна јер је израчуната вредност t већа од коресподентне вредности за ниво значајности од 0,05 ($t=5,02>1,96$). Ученици Е групе су још успешније урадили питања и задатке II нивоа у односу на ученике К групе. Разлика је износила просечно 6,33 поена и статистички је значајна ($t=8,56>1,96$). Највећа разлика је уочена у решавању питања и задатака III нивоа и износила је 8,54 поена, која је статистички значајна ($t=14,17>1,96$). Анализом финалног теста у целини, утврђено је да су ученици Е групе били успешнији од ученика К групе, јер је разлика између њих износила просечно 16,95 поена, која је такође статистички значајна ($t=5,02>1,96$). Након 90 дана сви ученици Е и К групе су радили ретест у циљу утврђивања ретенције њиховог знања из биологије по истеку наведеног времена. Резултати су показали да су ученици Е групе постигли боље резултате на ретесту од ученика К групе, како на појединачним нивоима знања, тако и на тесту у целини. Питања и задатке I нивоа знања ученици Е групе су успешније урадили за просечно 1,64 поена, што је и статистички значајна разлика ($t=4,60>1,96$), питања и задатке II нивоа они су боље урадили за 6,75 поена, што је статистички значајно ($t=10,84>1,96$), а највећа разлика је остварена на питањима и задацима III нивоа (разлика између група је износи просечно 9,06 поена) и била је статистички значајна ($t=14,20>1,96$). Анализом резултате ретеста у целини, ученици Е групе су били успешнији за просечно 17,45 поена у односу на ученике К групе, што је статистички значајна разлика ($t=13,38>1,96$). Аутори су навели да је напредак ученика Е групе резултат четири фактора: примене рачунара у настави, примене програмиране наставе, употребе образовног софтвера и индивидуални облик рада.

Истраживање Терзић и Миљановић [41] показало је да мултимедијални образовни софтвер доводи по повећања квантитета и квалитета знања ученика из биологије у гимназији. У педагошком експерименту у који је било укључено 188 ученика 3. разреда гимназије друштвено-језичког смера ученици су били подељени у две групе, експерименталну (Е група) од 95 ученика и контролну (К група) са по 93 ученика. Ученици Е групе су наставну тему *Биологија развића животиња* реализовали применом мултимедијалног образовног рачунарског софтвера, радом у пару, док су ученици К групе исте наставне садржаје реализовали традиционалним методама и фронталним обликом рада. Након реализације наведене наставне теме, ученици обе групе су радили финални тест, како би се сагледао степен усвојености њихових знања. Ученици Е групе су на финалном тесту постигли просечно 87,75 поена, док су ученици К групе на финалном тесту постигли просечно 75,40 поена. Остварена разлика од 12,35 поена у корист Е групе је била статистички значајна за оба нивоа поверења ($t=6,16>1,97$; $t=6,16>2,06$). Резултати финалног теста указују да примена мултимедије повећава

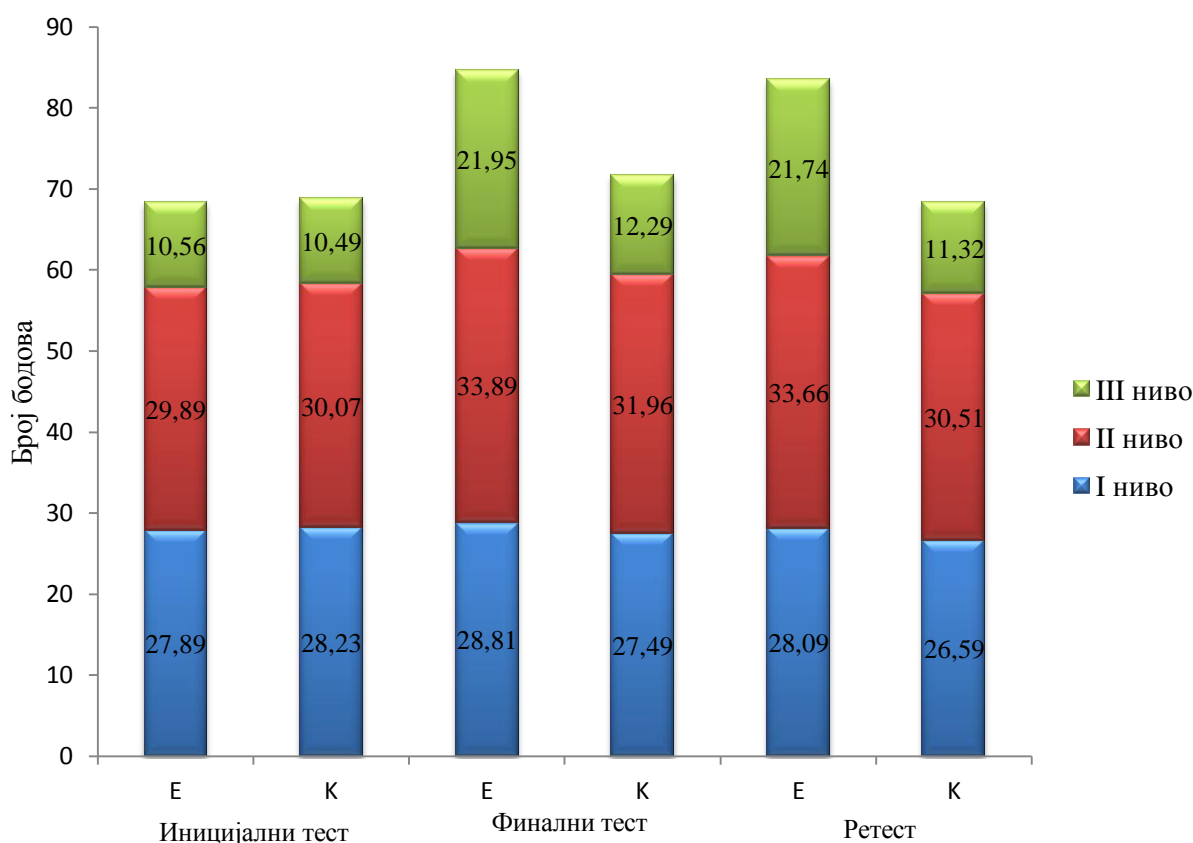
квантитет знања ученика из биологије. Након 80 дана од финалног тестирања, без претходне најаве обе групе ученика су радили ретест који је био идентичан финалном тесту у циљу утврђивања трајности њиховог знања. Ученици Е групе су на ретесту остарили просечно 81,75 поена, док су ученици К групе остварили просечно 66,73 поена. Разлика у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту (у корист Е групе) је била већа него на финалном тесту и износила је 15,02 поена, и била је статистички значајна на оба нивоа поверења ($t=8,73>1,97$; $t=8,73>2,06$). Резултати финалног теста и ретеста су показали да се применом мултимедијалног образовног рачунарског софтвера повећава квантитет и квалитет знања ученика из биологије у гимназији. Аутори наводе да је настава биологије ефикаснија уколико се користи мултимедијални образовни софтвер, а да су стечена знања ученика квалитетнија, због чега препоручују њихову већу заступљеност у настави биологије и других природних наука.

Да ли и како коришћење рачунара утиче на усвајање знања из статистике, проучавао је Тагеџ [106], на Универзитету у Јордану. Студенти Педагошког факултета који су били укључени у експеримент су похађали курс из статистике. У истраживање је било укључено укупно 180 студената, који су били подељени у две групе експерименталну и контролну групу са по 90 студената. Студенти Е групе су током учења користили рачунар, док су студенти К групе имали традиционална предавања професора. Сви студенти су након реализације садржаја из статистике решавали два теста: 1. тест знања (за проверу усвојености појмова и поступака) и 2. тест задатака (за решавање конкретних статистичких проблема). Резултати првог теста су показали да су студенти Е групе остварили просечно 31,2 поена, док су студенти контролне групе остварили 28,9 поена. Разлика у постигнућима студената Е и К групе од 2,3 поена је статистички значајна, јер је израчуната вредност $t= 8,6$ већа од коресподентне вредности за ниво поверења од 0,05 ($t= 8,6>1,96$). Резултати истраживања су показали да коришћење рачунара повећава количину усвојених појмова из статистике. Резултати другог теста су такође показали да су студенти Е групе били успешнији од студената К групе, при решавању конкретних задатака. Студенти Е групе су на овом тесту остварили просечно 44,3 поена, док су студенти К групе на истом тесту остварили просечно 42,1 поен. Разлика од 2,2 поена у корист Е групе је статистички значајна ($t= 6,4>1,96$), што значи да коришћење рачунара повећава ефикасност у решавању статистичких проблема и задатака. Анализом резултата истраживања, аутор је указао да коришћење рачунара позитивно утиче на учење статистичких појмова, разумевање чињеница и решавање проблема, због чега рачунари треба да су више заступљени у настави високог образовања.

Ефикасност наставе страних језика применом рачунара изучавали су Алексић и сарадници [107]. У истраживање је било укључено 84 ученика основне школе од I до VIII разреда, који су били подељени у две групе. Експерименталну групу је чинило 49 ученика који су током школске 2009/2010. године користили рачунар у настави страног језика (и првог и другог), док су контролну групу чинили ученици који су исте наставне садржаје реализовали традиционалним методама. Истраживање је показало да су ученици Е групе постигли знатно већи успех на тесту знања од ученика К групе и да је та разлика највећа код ученика III V VII разреда. Уколико се посматра просечан успех на тесту свих ученика експерименталне група у односу на просечан успех ученика контролне групе „резултати истраживања јасно показују да је ниво знања ученика који користе рачунар у настави страних језика виши за 21% што је показатељ да је овакав начин рада далеко ефикаснији од традиционалног и да би у будућности требало наставити са његовом активном употребом“ [107].

4.5. Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе током реализације педагошког истраживања

Да би се потпуније сагледао успех ученика Е и К групе током педагошког истраживања било је потребно анализирати промене у постигнућу ученика Е и К групе од иницијалног теста до ретеста. Упоредни преглед постигнућа ученика обе групе на сва три теста (иницијалном, финалном тесту и ретесту), на појединачним когнитивним доменима и на тестовима у целини приказан је На Графикону 5.



Графикон 5. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на иницијалном тесту, финалном тесту и ретесту

Анализом успеха ученика Е групе на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест (Графикон 5), уочава се напредак ученика ове групе:

- на задацима I нивоа остварили су просечно 0,92 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 0,20 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,
- на задацима II нивоа остварили су просечно 4 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 3,77 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,

- на задацима III нивоа остварили су просечно 11,39 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 11,18 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,
- на тесту у целини ученици E групе су остварили просечно 16,31 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 15,15 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,

Успех ученика E групе на финалном тесту и ретесту (на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини) је бољи у односу на њихов успех на иницијалном тесту. Анализом успеха ученика E групе на финалном тесту по когнитивним доменима у односу на њихов успех на иницијалном тесту, уочава се да су највећи напредак ученици ове групе остварили на најтежим питањима, односно на трећем нивоу (примени знања). При решавању питања и задатака трећег нивоа знања, ученици су остварили просечно бољи успех на финалном тесту у односу на иницијални тест чак за 11,39 поена. Њихова успешност у решавању питања *другог нивоа знања* била је већа за 4 поена док је најмања на првом нивоу знања (просечно за 0,92 поена).

У погледу њиховог успеха на ретесту у односу на иницијални тест, добијени су слични резултати: на питањима и задацима трећег нивоа ученици E групе су постигли бољи успех на ретесту у односу на иницијални тест просечно за 11,18 поена, на питањима и задацима другог нивоа знања били су бољи за просечно 3,77 поена, док је најмања разлика уочена на првом нивоу знања (за просечно 0,20 поена).

Разлике у постигнућима ученика на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест по когнитивним доменима су приближно једнаке.

На тесту у целини, ученици E групе су успешније урадили финални тест у односу на иницијални тест за просечно за 16,31 поен. Они су на ретесту били бољи у односу на иницијални тест за просечно 15,15 поена. Остварени напредак у успеху ученика E групе на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест је резултат два фактора примењена током истраживања: примене интерактивног електронског уџбеника и индивидуалног облика рада на часовима биологије. Индивидуални облик рада је веома редак у настави биологије у гимназији, и углавном се примењује током тестирања знања ученика и понекад током извођења експерименталних вежби (микроскопирања, детерминације организама, дисекција...). Разлог за то је слаба опремљеност кабинета за биологију. Када ученици самостално раде на часу биологије користећи рачунар и електронски уџбеник повећава се њихова активност и одговорност у раду у односу на друге облике рада попут фронталног, групног или рада у пару. Кључни фактор успеха ученика E групе на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест је примена интерактивног електронског уџбеника на часовима биологије. Данашње генерације ученика се због све већег коришћења савремених ИКТ називају још и дигитална генерација [108]. И ученици E групе су са одушевљењем прихватили употребу рачунара и електронског уџбеника у настави биологије. Пошто су експериментом обухваћени ученици четвртог разреда гимназије који добро познају рад на рачунару, они нису имали никаквих проблема при коришћењу интерактивног електронског уџбеника у настави биологије. Већина њих и код куће поседују рачунар и Интернет и свакодневно их користе. Захваљујући електронском уџбенику током педагошког истраживања рачунар и Интернет су користили како за савладавање наставних садржаја, тако и за самостално трагање и проналажење информација за проширивање знања према својим интересовањима. Интерактивни електронски уџбеник који су користили током експеримента у целини прати Наставни програм биологије, што је ученицима омогућило потпуно савладавање предвиђених наставних садржаја из биологије у овом разреду.

Анализом успеха ученика К групе на појединачним когнитивним доменима на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест (Графикон 5), уочава се следеће:

- на задацима I нивоа они су остварили просечно 0,74 поена мање на финалном тесту у односу на иницијални тест и 1,64 поена мање на ретесту у односу на иницијални тест,
- на задацима II нивоа остварили су просечно 1,89 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 0,44 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,
- на задацима III нивоа остварили су просечно 1,80 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 0,83 поена више на ретесту у односу на иницијални тест,
- на тесту у целини остварили су просечно 2,95 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест и 0,37 поена мање на ретесту у односу на иницијални тест.

Успех ученика К групе на финалном тесту и ретесту (на појединачним когнитивним нивоима и на тесту у целини) је незнатно слабији или је приближан њиховом успеху на иницијалном тесту. Анализом успех ученика К групе на финалном тесту у односу на иницијални тест по нивоима знања, највећа разлика између ова два теста је на другом когнитивном домену (просечно 1,89 поена), незнатно је мања на питањима и задацима трећег домена (просечно 1,80 поена), док је најмања на првом нивоу знања (просечно 0,74 поена), у сва три случаја у корист финалног теста. Ученици ове групе остварили су бољи успех на финалном тесту у целини него на иницијалном тесту за 2,95 поена.

Ученици К групе су остварили слабије постигнуће на ретесту у односу на иницијални тест. Разлике у њиховом постигнућу на ретесту у односу на иницијални тест су мање него у Е групи. На питањима и задацима првог нивоа ученици К групе су слабији на ретесту за просечно за 1,64 поена, на питањима и задацима другог нивоа су бољи за 0,44 поена на ретесту у односу на иницијални тест, као и на питањима и задацима трећег нива где су бољи за просечно 0,83 поена.

И на тестовима у целини разлике између финалног и иницијалног теста и ретеста и иницијалног теста су мање у К групи него у Е групи. Ученици К групе су урадили финални тест успешније за 2,95 поена у односу на иницијални тест, а ретест за 0,37 поена слабије у односу на иницијални тест. Овакав успех ученика К групе се може објаснити тиме што се током истраживања у овој групи на часовима биологије ништа није мењало у односу на ранији начин рада. Просечно постигнуће ученика К групе на финалном тесту и ретесту, како по когнитивним доменима, тако и на тесту у целини је незнатно промењено у односу на иницијално тестирање. То је резултат реализације садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије* традиционалним методама рада и учења градива из стандардног штампаног уџбеника биологије. Овоме треба додати и фронтални облик рада на часовима, због чега су ученици били мање активни. То је резултирало њиховим слабијим успехом на финалном тесту и ретесту у односу на ученике Е групе.

Упоредном анализом успеха ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест, уочава се већа успешност ученика Е групе у односу на ученике К групе. На почетку педагошког истраживања, обе групе ученика су показале приближно исти ниво знања на иницијалном тесту. Разлике у њиховом постигнућу на иницијалном тесту су биле незнатне и нису биле статистички значајне ни на појединачним когнитивним нивоима, ни на иницијалном тесту у целини. Након тога је у Е групи у истраживање уведен експериментални фактор (интерактивни електронски

уџбеник биологије), док се у К групи начин рада није мењао. У даљем току истраживања ученици обе групе су тестирани финалним тестом и ретестом.

Ученици Е групе су питања и задатке првог нивоа знања успешније урадили на финалном тесту у односу на иницијални тест за 0,92 поена, док су ученици К групе иста питања и задатке решили слабије за 0,74 поена. Остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту у односу на иницијални тест, на питањима и задацима првог нивоа знања од 0,18 поена у корист ученика Е групе показује да примена електронског уџбеника позитивно утиче на усвајање биолошких чињеница.

Питања и задатке другог нивоа знања, ученици Е групе су успешније урадили на финалном тесту у односу на иницијални тест за 4 поена, а ученици К групе за 1,89 поена. Остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту у односу на иницијални тест на питањима и задацима другог нивоа знања од 2,11 поена је резултат индивидуалног рада ученика Е групе и примене електронског уџбеника у настави биологије. На основу остварене разлике електронски уџбеник позитивно утиче на разумевање биолошких појмова.

Највећа разлика између ученика Е и К групе је остварена на питањима и задацима трећег нивоа знања. На њему су ученици Е групе на финалном тесту у односу на иницијални тест остварили бољи успех за 11,39 поена, док су ученици К групе били бољи за 1,80 поена. Остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту у односу на иницијални тест на питањима најзахтевнијег когнитивног домена је 9,59 поена. Она је резултат индивидуалног коришћења електронског уџбеника у Е групи. Остварени резултати ученика Е и К групе на финалном тесту су показали да је примена електронског уџбеника имала највећи утицај на способност ученика Е групе да решавају најтеже задатке (нивоа примене знања), што је веома значајно, јер су ови задаци и ниво знања кључни проблеми савремене наставе и процеса учења уопште.

Анализом напретка ученика Е и К групе на финалном тесту у целини у односу на иницијални тест, уочава се да су ученици Е групе били успешнији за 16,31 поен, а ученици К групе за 2,95 поена. Остварена разлика између две групе на финалном тесту у односу на иницијални тест од 13,36 поена у корист ученика Е групе је резултат примене иновативног модела наставе у овој групи. Она показује да коришћење рачунара позитивно утиче на процес учења и да се најбољи резултати постижу на вишим нивоима знања.

Упоредном анализом успеха ученика Е и К групе на ретесту у односу на иницијални тест уочава се већа успешност ученика Е групе у односу на ученике К групе. Ученици Е групе су остварили бољи резултат на ретесту у односу на иницијални тест на питањима и задацима првог нивоа знања за просечно 0,2 поена, док су ученици К групе слабије урадили питања и задатке овог типа на ретесту у односу на иницијални тест за просечно 1,64 поена. Остварена разлика у постигнућима ученика Е и К групе на питањима првог нивоа знања износи просечно 1,84 поена у корист ученика Е групе.

Питања и задатке другог нивоа знања на ретесту у односу на иницијални тест ученици Е групе су успешније урадили за просечно 3,77 поена, док су ученици К групе били успешнији за 0,44 поена. Та остварена разлика између ретеста и иницијалног теста у корист ученика Е групе и износи просечно 3,33 поена.

Навећа разлика на ретесту у односу на иницијални тест је уочена на питањима и задацима трећег когнитивног домена. Код ученика Е групе она износи просечно 11,18 поена, а код ученика К групе просечно 0,83 поена. Остварена разлика између ретеста и иницијалног теста од просечно 10,35 поена је у корист ученика Е групе.

Упоредном анализом напретка ученика Е и К групе на ретесту у односу на иницијални тест у целини, уочава се да су ученици Е групе успешније решили ретест од

иницијалног теста за просечно 15,15 поена, док су ученици К групе били лошији на ретесту у односу на иницијални тест за 0,37 поена. Остварена разлика је просечно 15,52 поена у корист ученика Е групе, показује да су ученици који су користили електронски уџбеник постигли знатно бољи успех на ретесту у односу на иницијални тест.

Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест показује да су ученици били успешнији и на финалном тесту и на ретесту у односу на ученике К групе. Та успешност је уочена како на питањима и задацима различитих когнитивних домена, тако и на тестовима у целини.

Да примена рачунара и образовних софтвера у настави, доводи до повећања успеха ученика на тестирањима уочено је и у истраживањима других аутора. Истраживање Одаџић и сарадници [105], такође је указало да мултимедијални образовни рачунарски софтвер има позитиван утицај на процес учења. Питања и задатке првог нивоа знања ученици Е групе су успешније урадили у односу на иницијални тест за просечно 1,75 поена, а ученици К групе су били лошије за 0,25 поена. Остварена разлика од 2 поена у корист ученика Е групе је нешто већа од разлике добијене у нашем истраживању (за 0,34 поена) и указује да мултимедијални образовни рачунарски софтвер утиче на повећање познавања биолошких чињеница. Ученици Е групе су успешније урадили питања и задатке другог нивоа знања на финалном тесту у односу на иницијални тест за просечно 7,25 поена, а ученици К групе су били слабији за просечно 0,03 поена. Остварена разлика у напретку ученика Е и К групе од иницијалног теста до финалног теста износила је просечно 7,28 поена у корист ученика Е групе. Ова разлика је већа од разлике у напретку ученика Е и К групе у нашем истраживању и износи просечно 5,17 поена. Међутим, резултати и у овом раду указују да примена образовног рачунарског софтвера повећава ниво усвајања и разумевања биолошких појмова. Анализа напретка ученика на трећем нивоу знања од иницијалног до финалног теста у истраживању Одаџић и сар. показује да су ученици Е групе остварили просечно 1,8 поена више на финалном тесту у односу на иницијални тест, а ученици К групе су лошије урадили финални тест за просечно 2,56 поена у односу на иницијални тест. Остварена разлика у напретку ученика Е и К групе на трећем нивоу знања на финалном тесту у односу на иницијални износи просечно 4,36 поена, што је много мање него у нашем истраживању (разлика између два истраживања износи просечно 5,22 поена). Ова анализа показује да мултимедијални софтвер има већи учинак на успешност решавања питања и задатака другог нивоа знања, док коришћење електронског уџбеника има већи позитиван утицај на решавање питања и задатака најзахтевнијег когнитивног домена. Ако се направи упоредна анализа напретка ученика од иницијалног теста до финалног теста у целини у истраживању Одаџић и сарадници, уочава се да су ученици Е групе остварили напредак за просечно 10,8 поена, а ученици К групе су лошије урадили финални тест у односу на иницијални за просечно 2,85 поена. Остварена разлика у напретку ученика износи просечно 13,65 поена у корист ученика Е групе и она је приближна утврђеној разлици добијеној у нашем истраживању ($13,65 \approx 13,28$). Упредна анализа резултата показује да мултимедијални образовни рачунарски софтвер и електронски уџбеник скоро исто утичу на напредак ученика, разлика је само у специфичном утицају на поједине когнитивне домене. Ако се анализира успех ученика Е групе на ретесту у односу на иницијални тест у истраживању Одаџић и сарадници, уочава се да је на питањима и задацима првог нивоа знања остварена разлика од просечно 1,66 поена, на другом нивоу знања за просечно 7 поена, а на трећем нивоу знања просечно 1,72 поена. Код ученика К групе резултати су нешто другачији. Они су питања првог нивоа знања урадили слабије за просечно 0,65 поена, другог нивоа слабије за просечно 0,3 поена, а трећег нивоа слабије просечно за

2,59 поена. Остварене разлике ученика Е и К групе у напретку од иницијалног теста до ретеста су у корист ученике Е групе и износе просечно за: први ниво знања 2,31 поен, за други ниво знања 7,30 поена, а за трећи ниво знања 3,79 поена, што је много мање у односу на истраживање спроведено за потребе израде ове докторске дисертације. Разлике у резултатима су приближне резултатима анализе напретка ученика на финалном тесту у односу на иницијални тест.

У истраживању Жупанец и сарадници [42], ученици који су користили образовни софтвер конструисан по моделу програмиране наставе индивидуалним обликом рада, постигли су „значајан напредак на задацима II и III нивоа знања као и нешто мањи напредак у решавању задатака I нивоа. Укупан успех ученика Е групе на оба теста (финалном тесту и ретесту) значајно је бољи у односу на њихов успех на иницијалном тесту“ [42]. Резултати истраживања су показали да су ученици Е групе направили значајан помак на финалном тесту у односу на иницијални на питањима и задацима сва три когнитивна домена. На првом нивоу знања постигли су просечно 2,18 поена више, на другом нивоу 6,06 поена више и на трећем нивоу 9,41 поен. Ученици К групе су много мање напредовали на финалном тесту у односу на иницијални и то по когнитивним доменима је следећа просечна разлика: за први ниво 0,21 поен, за други ниво знања 0,17 поена и за трећи ниво 0,03 поена. Разлике у напретку ученика Е и К групе на финалном тесту у односу на иницијални су просечно: за први ниво знања 1,97 поена, за други ниво знања 5,88 поена и за трећи ниво знања 9,38 поена. Оваква расподела разлика у напретку ученика Е групе у односу на ученике К групе на финалном тестирању по когнитивним доменима, уочена је и у истраживању спроведеном за потребе израде ове докторске тезе. Најмањи напредак ученика Е групе је уочен на питањима и задацима првог нивоа знања, нешто већи на питањима другог нивоа знања, а највећи на питањима и задацима трећег нивоа знања. Због тога се може са сигурношће тврдити да електронски уџбеник највећи позитиван ефекат има на разумевању биолошких појмова и примени стечених знања. Уколико се посматра напредак ученика на финалном тесту у целини, ученици Е групе су били успешнији за просечно 17,64 поена, док су ученици К групе за 0,07 поена. Разлика у напретку од просечно 17,57 поена је у корист ученика Е групе и она је нешто већа од остварене разлике у истраживању за потребе израде ове докторске тезе ($17,57 > 13,28$). Међутим обе остварене разлике показују да примена рачунара и мултимедијалних образовних рачунарских софтвера повећава квантитет ученичких знања. Ако се анализира напредак ученика на ретесту у односу на иницијални тест у истраживању Жупанец и сарадници [42], уочава се да су ученици Е групе више напредовали од ученика К групе, како по когнитивним доменима, тако и на тесту у целини. На ретесту и то на питањима и задацима првог нивоа знања ученици Е групе су били напреднији за просечно 2 поена у односу на иницијални тест, на другом нивоу знања за 5,54 поена, а најуспешнији на трећем нивоу знања за 9,44 поена. Ученици К групе су генерално показали слабије знање на ретесту у односу на иницијални тест, јер су питања и задатке само првог нивоа знања урадили успешније за само 0,47 поена. Остала питања и задатке су лошије урадили на ретесту и то: за други ниво знања за 0,93 поена и трећи ниво знања за 0,46 поена. Упоредном анализом успеха ученика на ретесту у односу на иницијални тест утврђено је да су ученици Е групе били просечно успешнији на питањима и задацима: првог нивоа знања за 1,53 поена, другог нивоа знања за 6,47 поена и трећег нивоа знања за 9,9 поена. Ова расподела остварених разлика у напретку на ретесту је слична добијеној расподели током истраживања за потребе израде ове докторске тезе (1,84; 3,3 и 10,35), с тим што је она нешто већа за питања и задатке другог нивоа знања у истраживању Жупанец и сарадници. Уколико се посматра напредак ученика на ретесту

у целини, разлика у истраживању Жупанец и сарадници између ученика Е и К групе износи 16,95 поена, што је приближно добијеној разлици у напретку ученика у овом истраживању. Овакви резултати показују да примена рачунара и мултимедијалних образовних софтвера доводи до повећања квантитета и квалитета наставе биологије на свим образовним нивоима.

У истраживању Терзић и Миљановић [41] такође је уочен већи напредак ученика Е групе у односу на ученике К групе на финалном тесту и ретесту у односу на иницијални тест. Ученици Е групе су на иницијалном тесту остварили просечно 65,87 поена, а на финалном 85,81 поен. Разлика указује да је мултимедијални образовни софтвер утицао на повећање ученичких знања за просечно 19,94 поена. Ученици К групе су на иницијалном тесту остварили просечно 66,09 поена, а на финалном тесту 75,4 поена, што значи да је традиционална метода рада у настави довела до повећања њиховог знања за 9,31 поен. Остварена разлика у напретку на финалном тесту ученика Е и К групе износи 10,63 поена у корист ученика Е групе и та разлика је нешто нижа од разлике добијене у истраживању за потребе израде ове докторске тезе ($10,63 < 13,28$). Она указује да електронски уџбеници у настави биологије у гимназији имају већи утицај на повећање квантитета ученичких знања. Уколико се посматра напредак ученика на ретесту у односу на иницијални тест, у истраживању Терзић и Миљановић [41], уочава се да су ученици Е групе постигли већи напредак. Они су на ретесту остварили просечно 81,75 поена, што у односу на иницијални тест представља разлику од 15,88 поена. Ученици К групе су на ретесту остварили просечно 66,73 поена, што у односу на иницијални тест представља напредак за 0,64 поена. Остварена разлика у напретку на ретесту између ученика Е и К групе је 15,24 поена, што је приближно добијеној разлици у нашем истраживању ($15,24 \approx 15,51$) и показује да електронски уџбеник и мултимедијални образовни рачунарски софтвер имају веома сличан позитиван ефекат на квалитет биолошких знања.

4.6. Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту

Како би се детаљније сагледао утицај примене електронског уџбеника у настави биологије на трајност знања ученика, извршена је упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту по когнитивним нивоима и на тестовима у целини. Циљ ове анализе је био и да се утврди да ли постоји интеракција између група (експерименталне и контролне) и мерења (резултата финалног теста и ретеста). За ову анализу коришћена је мешовита анализа варијансе (ANOVA), чији су резултати приказани у Табели 7.

Табела 7. Разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту

Променљива	Когнитивни ниво	Вилкс ламбда	F	Степени слободе 1	Степени слободе 2	Значајност разлика (p)
Мерење група	I ниво	0,99	1,65	1	165	0,213
	II ниво	0,79	43,59	1	165	0,0001
	III ниво	0,91	15,68	1	165	0,0001
	Укупно	0,68	70,09	1	165	0,0001

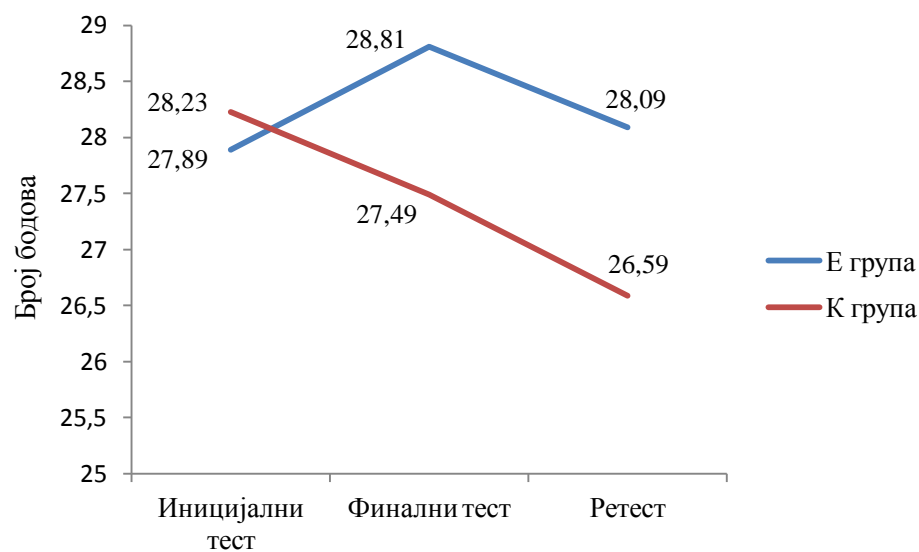
$p^* < 0,05$; $p^{**} < 0,001$

Да би се јасније сагледао успех ученика на тестовима знања (иницијалном, финалном и ретесту) током педагошког истраживања, на Графиконима 6-9 представљени су упоредни прикази постигнућа ученика Е и К групе на сва три теста, на појединачним когнитивним доменима и на тестовима у целини.

Ученици обе групе су постигли слабији успех на ретесту у односу на финални тест на свим нивоима знања и на ретесту у целини.

Ученици Е групе су на задацима првог нивоа остварили слабији успех на ретесту у односу на финални тест за 0,72 поена. Ученици К групе су на питањима и задацима првог нивоа знања остварили на ретесту просечно 0,90 поена мање него на финалном тесту (Графикон 6).

На графикону се јасно уочава да код ученика К групе успешност решавања питања и задатака првог нивоа знања, од иницијалног теста до ретеста опада.

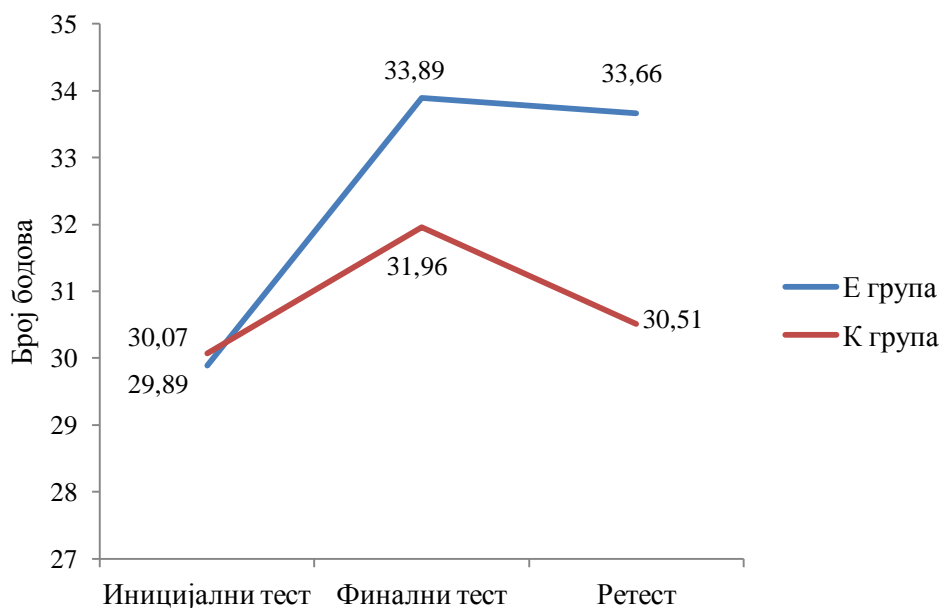


Графикон 6. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на I нивоу знања

Разлог мале разлике у постигнућима обе групе ученика на финалном тесту и ретесту на питањима и задацима првог когнитивног домена је што је то домен познавања чињеница. Исте чињенице су ученици редовно користили и током обраде наредне наставне теме *Механизми наслеђивања*, коју су обрађивали у периоду између финалног тестирања и ретестирања, због чега је њихово заборављање сведено на минимум. Управо из тог разлога су ученици обе групе питања и задатке првог нивоа знања (познавање чињеница) веома успешно решавали и на ретесту.

Анализом постигнућа ученика Е и К групе на првом нивоу знања, на финалном тесту и ретесту, уочено је да је образац промена у постигнућу ученика од финалног теста до ретеста исти у обе групе, односно, да нема интеракције између променљивих. То значи да је почетна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту остала и на ретесту (Графикон 6). На основу вредности параметара из Табеле 7 за први когнитивни домен ($p=0,213$) може се констатовати да не постоји статистички значајна разлика у постигнућима ученика обе групе од финалног теста до ретеста, јер је $p > 0,05$. Управо из тог разлога може се утврдити да примена електронског уџбеника није значајно утицала на трајност знања на питањима и задацима когнитивног домена познавања чињеница.

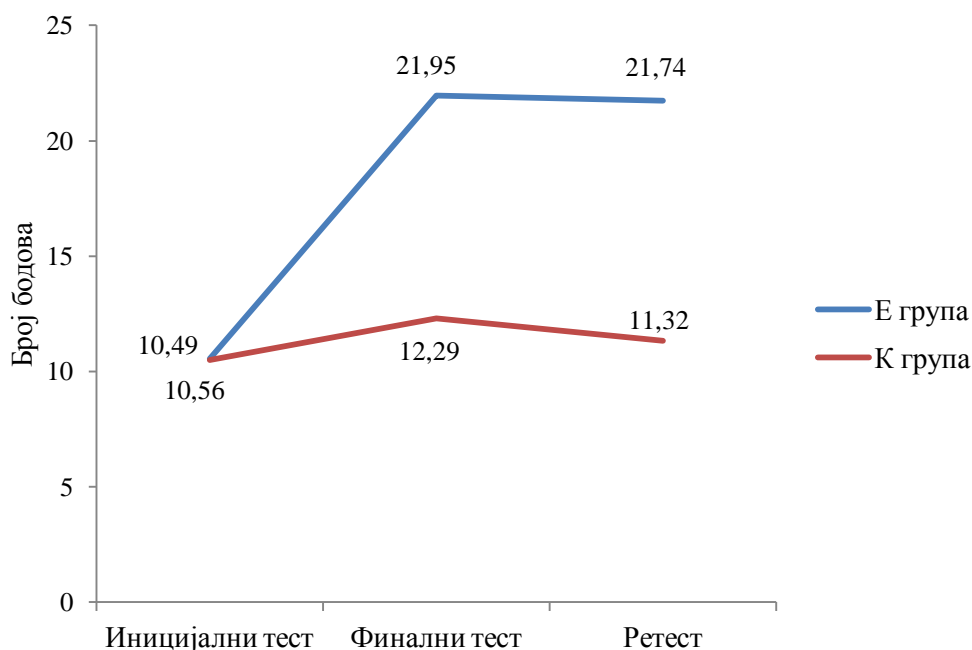
Анализом постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на другом когнитивном нивоу (Графикон 7) уочава се да је образац промене постигнућа од финалног теста до ретеста различит код Е и К групе. Ученици Е групе су задатке и питања другог когнитивног домена успешније урадили на финалном тесту у односу на ретест за 0,23 поена. Та разлика је већа у постигнућима ученика К групе, јер су они питања другог нивоа знања на финалном тесту урадили успешније за 1,45 поена у односу на ретест. То показује да је код ученика К групе уочено веће заборављање разумевања биолошких појмова.



Графикон 7. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на II нивоу знања

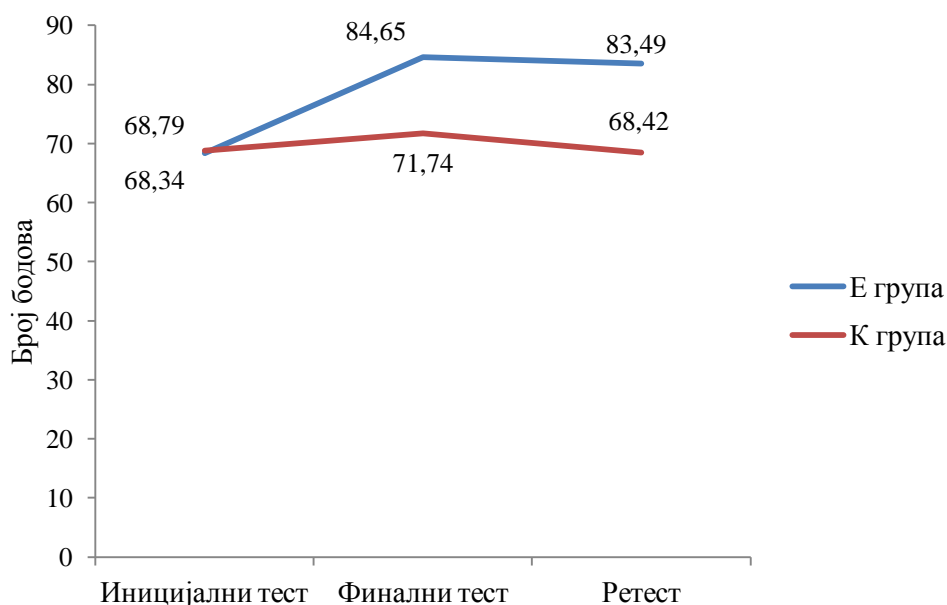
На основу вредности параметара из Табеле 7, уочава се статистички значајна разлика (за оба нивоа значајности $p^* < 0,05$; $p^{**} < 0,001$) у постигнућима ученика Е и К групе на другом когнитивном нивоу од финалног теста до ретеста ($p = 0,0001 < 0,05$; $p = 0,0001 < 0,001$). Овим резултатима се утврђује да примена електронског уџбеника у настави биологије имала утицај на трајност знања ученика Е групе на питањима и задацима другог нивоа (разумевање појмова).

Анализом постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на питањима трећег нивоа знања (Графикон 8) разлика између два теста у Е групи је 0,21 поен, а у К групи 0,97 поена. Остварена разлика у постигнућима ученика Е и К групе је статистички значајна за оба нивоа значајности ($p = 0,0001 < 0,05$; $p = 0,0001 < 0,001$). То се види на основу вредности параметара из Табеле 7. На основу тога за овај ниво знања постоји интеракција између група која је статистички значајна. Она показује да је електронски уџбеник имао позитиван утицаја на трајност знања ученика Е групе на питањима трећег когнитивног нивоа (примена знања).



Графикон 8. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на III нивоу знања

Анализом просечног успеха ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у целини (Графикон 9), утврђено је да је разлика у њиховом постигнућу мала (1,16 поена), односно да су ученици боље урадили финални тест у односу на ретест за 1,16 поена. Та разлика потврђује чињеницу да примена електронског уџбеника у настави биологије у гимназији обезбеђује квалитетније и трајније знање ученика. Разлика у постигнућу ученика К групе на финалном тесту и ретесту у целини износи 3,32 поена и резултат је процеса заборављања. Та разлика је скоро три пута већа у односу на разлику у постигнућима ученика Е групе, због чега се може тврдити да знања стечена применом електронског уџбеника су много дуготрајнија, у односу на знања стечена традиционалним методама и облицима рада. На основу вредности параметара из Табеле 7, разлика у постигнућима ученика Е и К групе од финалног теста до ретеста у целини је статистички значајна за оба нивоа значајности ($p=0,0001<0,05$; $p=0,0001<0,001$), односно уочава се статистички значајна интеракција између групе и мерења. То показује да електронски уџбеник има позитивно дејство на трајност знања, тј. да утиче на ретенцију знања ученика.



Графикон 9. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту у целини

Дужина памћења наставних садржаја не зависи само од њихове природе, начина њиховог презентовања, предзнања и интересовања ученика, већ и од њиховог редовног понављања и утврђивања и вредновања знања ученика [109]. Највећи степен заборављања градива се дешава одмах након његовог презентовања [110], због чега је неопходно понављати усвојеноградиво на крају часа. Редовним утврђивањем градива повећава се квалитет и трајност знања, јер се истичу кључне чињенице и инсистира на њиховом разумевању и примени [111]. То је разлог и ефикасности примене електронског уџбеника у смањењу процеса заборављања наставних садржаја. Његове две компоненте имају кључну улогу у том процесу: Тест за уводни део часа и Тест за понављање градива. Тест за уводни део часа садржи питања којима ће се поновити кључни појмови и чињенице за обраду нових наставних садржаја. На тај начин се већ усвојено градиво, повезује са новим градивом, што олакшава процес учења. После реализације наставне јединице, ученици на крају часа, обавезно решавају тест усвојености нових знања. Тест се састоји од питања којима се понављају најважнији појмови и процеси из нових наставних садржаја. Уколико не зна или није сигуран у исправност одговора, ученик одмах добија додатне информације које му олашавају да савлада дато градиво. Користећи електронски уџбеник биологије, ученици су на сваком часу обраде новог градива имали два понављања: једно старог градива и једно новоусвојеног градива. То се показало као веома ефикасан модел у повећању квантитета, квалитета и трајности знања ученика, због чега би га требало имплантирати и у остале наставне методе и облике рада, не само у настави биологије, већ и у настави у другим природним и друштвеним наукама.

Резултати педагошког истраживања показују да у IV разреду гимназије природно-математичког смера наставу биологије треба реализовати применом електронског уџбеника, јер доприноси повећању нивоа усвојеног знања, као и његовом квалитету и трајности.

Анализом промена у постигнућу ученика Е и К групе током педагошког истраживања (од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста) **реализован је шест задатак истраживања.**

На основу укупних резултата педагошког истраживања **одбацује се нулта хипотеза истраживања (H₀)** према којој се применом електронског уџбеника током реализације наставне теме *Основи молекуларне биологије* неће остварити статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту.

Истовремено се **прихвата главна алтернативна хипотеза истраживања (H_A)** према којој ће се применом електронског уџбеника током реализације наставе теме *Основи молекуларне биологије* остварити статистички значајна разлика у постигнућима ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту.

Слични резултати су добијени и у истраживањима других аутора. У истраживању Одаџић и сарадници [105] забележен је слабији успех на ретесту у односу на финални тест код ученика обе групе. Анализирајући резултате тестирања по когнитивним доменима, ученици Е групе су имали највећи проценат заборављања на питањима другог нивоа знања и разлика износи 0,2 поена. Питања и задатке трећег нивоа знања су лошије урадили на ретесту за 0,08 поена, а другог нивоа знања за 0,09 поена. Када се анализира успешност ученика К групе, утврђује се највећи пад знања на питањима и задацима првог нивоа знања и износи просечно 0,4 поена, нешто слабији на питањима и задацима другог нивоа знања (пад од просечно 0,262 поена) и најмањи на питањима и задацима трећег нивоа знања (пад од 0,03 поена). Ове вредности су нешто ниже у поређењу са добијеним разликама у истраживању за потребе израде ове докторске тезе. Ако се анализирају финални тест и ретест у целини, уочава се да је код ученика К групе уочено веће заборављање, јер су ретест урадили лошије за 0,69 поена, а ученици Е групе за 0,4 поена. Остварена разлика између ученика Е и К групе је 0,29 поена, што је много мање од разлике добијене у овом педагошком истраживању, где је та разлика 2,32. То упућује на закључак да електронски уџбеник има већи утицај на ретенцију знања у односу на мултимедијални образовни рачунарски софтвер, вероватно због честих пронављања и провера знања. Такође је веома битна карактеристика електронског уџбеника, то што тренутно обезбеђује додатне информације које ученику олакшавају усвајање тешких наставних садржаја.

У истраживању Жупанец и сарадници [42], такође је уочено веће заборављање биолошких садржаја код ученика К групе. Ако се анализирају резултати финалног теста и ретеста по когнитивним доменима, код ученика К групе уочен је највећи пад успешности на питањима другог нивоа знања (за просечно 0,93 поена), нешто слабији на питањима трећег нивоа знања (просечно 0,49 поена), док су питања и задатке првог нивоа знања успешније урадили на ретесту у односу на финални тест за просечно 0,26 поена. Анализирањем резултата финалног теста и ретеста ученика Е групе, уочава се највећи пад знања на питањима и задацима другог нивоа знања (од просечно 0,51 поен), нешто слабији на питањима и задацима првог нивоа знања (просечно 0,18 поена), док су на питањима и задацима трећег нивоа знања били успешнији на ретесту у односу на финални тест за просечно 0,03 поена. Ако се анализирају тестови у целини, ученици К групе су лошије урадили ретест за просечно 1,16 поена, док су ученици Е групе за просечно 0,66 поена. Ове уочена разлика у постигнућима ученика Е групе је мања у односу на разлику добијену у истраживању за потребе ове докторске тезе (просечно 1,13 поена). Разлог за слабију ретенцију знања установљену у нашем истраживању, може бити млађи узраст ученика (6. разред основне школе) и занимљивији и ученицима приближнији садржаји који су се обрађивали у истраживању Жупанец и сарадници (*Хордати*). Морамо узети у обзир и то да у матурантским одељењима, ученици већ

углавном су донели одлуку о наставку свог образовања и да у одељењима постоје ученици којима биолошка знања нису потребна за наставак образовања због чега биологију уче само да би испунили очекиване захтеве своје околине (у првом реду професора и родитеља). Због тога је уочено веће заборављање код ученика у гимназији у односу на ученике основне школе, код којих је још увек присутна знатижеља за откривањем света око њих. Такође су садржаји наставне теме *Основи молекуларне биологије* веома апстрактни за већину ученика, а нарочито за оне који имају слабији успех из других природних предмета, у првом реду хемије. Због тога они ученици којима знања из природних предмета неће бити приоритет у даљем образовању, нису се детаљније ни шире бавили овим биолошким садржајима, због чега је код њих и веће заборављање.

У истраживању Терзић и Миљановић [41] где је испитиван ефекат мултимедијалног образовног софтвера у настави биологије у гимназији, уочен је такође пад успешности ученика Е и Г групе на ретесту. Ученици Е групе су ретест урадили за просечно 4,06 поена слабије од финалног теста, док су ученици К групе за просечно 8,67 поена. Ово је много већа разлика него што је утврђена у истраживању спроведеном за потребе израде ове докторске тезе, због чега се може закључити да је код ученика природно-математичког смера ретенција биолошких знања већа него код ученика друштвено-језичког смера. Разлози за то могу бити у првом реду одређење ученика за образовање, односно веома ретко се ученици друштвено-језичког смера касније одређују на наставак образовања на факултетима природних наука, због чега и мање времена проводе учећи природне предмете. Због тога су њихова знања из биологије краткотрајнија у односу на ученике природно-математичког смера. Такође, у друштвено-језичким одељењима мањи је број часова биологије (свега 2 часа недељно) у односу на природно-математички смер (3 часа недељно, због чега имају и мањи број часова понављања градива. Као што је претходно истакнуто, редовно понављање и утврђивање градива је кључни фактор у повећању ретенције знања ученика.

Резултати експерименталног истраживања о ефикасности примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу су сагласни са истраживањима наведених аутора. Они показују да примена електронског уџбеника у настави биологије, даје боље резултате од традиционалних метода и облика рада. Електронски уџбеник повећава ниво знања ученика и успешност у решавању питања и задатака виших когнитивних домена. Његова примена такође доводи до повећања ретенције знања ученика и примени усвојеног знања. Велики број аутора истиче да примена електронског уџбеника повећава активност ученика током учења, брзину стицања знања, интересовања и мотивацију за обраду наставног садржаја... Електронски уџбеник такође омогућава лаку и брзу доступност информацијама, што подстиче ученике за самосталним трагањем у циљу проширивања знања. Због свих наведених карактеристика, неопходни су израда и коришћење електронских уџбеника у наставу, не само биологије, већ и других природних и друштвених наука. То је захтеван и одговоран процес, због чега је неопходно што пре направити план и организацију његове поступне имплантације у наставу и у нашој земљи. У већини школа, већ постоје основни технички услови за његову примену, јер он у почетку може да буде и допуна традиционалној настави.

Осим техничке опремљености наших школа за примену електронских уџбеника, озбиљан проблем може бити и то што су у већини наших школа ученици више оспособљени за коришћење нових информационо-комуникационих технологија од самих наставника. Због тога је неопходно почети са планским и организованим информатичким усавршавањем наставног кадра.

Примена електронских уџбеника у настави у нашој земљи омогућава и нове облике образовања (образовање на даљину) које би решило многе техничке и финансијске проблеме у срединама у којима је мали број ученика. Овај модел образовања је присутан у многим земљама не само за ученике, већ и за стручно усавршавање одраслих. Даљинско образовање је образовање 21. века, које је подједнако успешно као и традиционална настава, односно омогућава да удаљени ученици науче исто као и ученици у школама [112].

Биолошко образовање је саставни део општег образовања савременог човека, јер биолошке дисциплине залазе у све сфере живота. Због тога је важна квалитетна обрада биолошких садржаја, како би се код ученика развијала свест о значају очувања природе, њених вредности и разноврсности живих бића, а такође и развијала свест о очувању и неговању сопственог здравља. Квалитетно усвојена биолошка знања ученици ће моћи и да примене у даљем животу и својим занимањима, што је један од циљева биолошког образовања.

4.7. Анализа резултата анкете за ученике експерименталне групе о примени електронског уџбеника у настави биологије

Примена електронског уџбеника у настави биологије у одељењима експерименталне групе је представљала иновацију у наставном процесу у односу на дотадашњи начин рада. Сваки ученик је на часовима биологије радио самостално користећи рачунар и електронски уџбеник, што је захтевало њихову већу активност.

Анализом постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту, сагледана је ефикасност примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу. За потпуније сагледавање ефеката примене електронског уџбеника у настави биологије, било је веома важно анализирати ставове ученика, јер су га они током истраживања користили у процесу учења. „Утисци и доживљаји ученика су, можда, педагошки вреднији од показатеља добијених детаљном статистичком обрадом резултата финалног теста и ретеста добијених током истраживања“ [113].

„Успех у сваком раду, па и у учењу, зависи и од емоционалног доживљаја онога који ради према ономе шта ради“ [114]. То је била полазна основа за анализу ставова и мишљења ученика Е групе о часовима биологије реализованих применом електронског уџбеника. Како би се дошло до тих сазнања, спроведена је анкета у одељењима Е групе непосредно након реализације педагошког истраживања. Анкетом је обухваћено свих 85 ученика Е групе, а садржавала је питања која су се односила на:

- испитивање општих ставова ученика о учењу биологије применом електронског уџбеника,
- испитивање ставова ученика о квалитету електронског уџбеника који су користили на часовима биологије,
- испитивање ставова ученика о њиховој улози у иновативном моделу наставе,
- испитивање ставова ученика Е групе шта им се највише допало током реализације часова биологије применом електронског уџбеника и које су њихове примедбе,
- анализа постојања корелација између појединих контекстуалних варијабли и просечног постигнућа ученика Е групе на финалном тесту и ретесту.

Анкета се састојала од 5 питања: 3 питања са скалом ставова и 2 питања отвореног типа. Анкета за ученике Е групе дата је у Прилогу 8.4.

4.7.1. Општи ставови ученика Е групе о учењу биологије применом електронског уџбеника

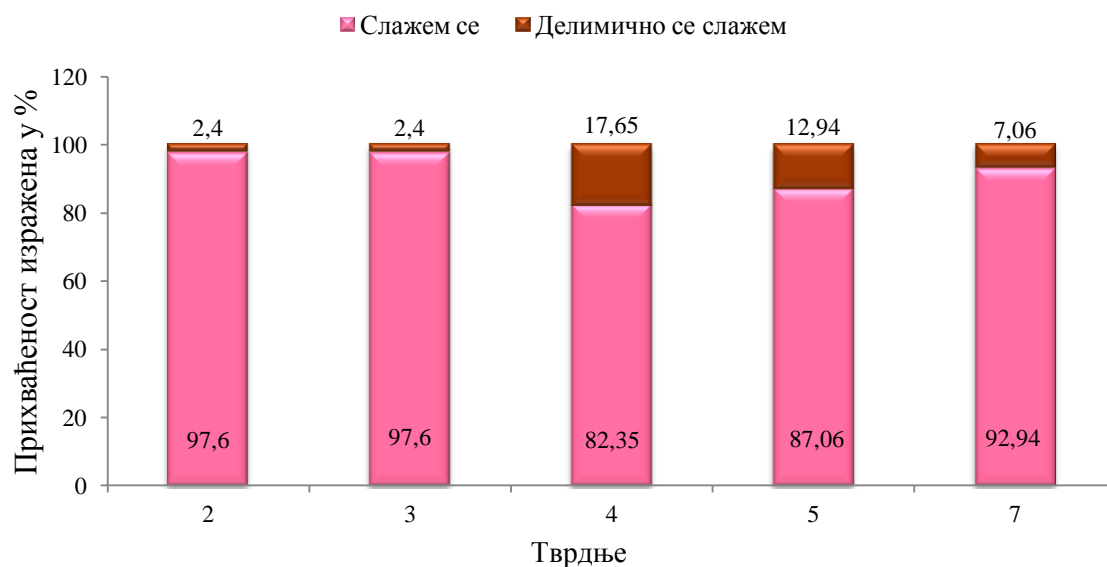
Опште ставове о учењу биологије применом електронског уџбеника ученици Е групе су изнели одговором на питање које се састоји од 7 тврдњи које су се односиле на: заинтересованост ученика за овакав начин обраде биолошких садржаја, тежину усвајања наставног градива, квалитет и квантитет усвојеног знања, као и примену електронског уџбеника за учење целокупног градива биологије. Питање је конструисано по типу тростепене Ликертове скале са варијацијама одговора: слажем се (3), делимично се слажем (2) и не слажем се (1). Дистрибуција одговора ученика на ово питање приказана је у Табели 8.

Табела 8. Општи ставови ученика о учењу биологије помоћу електронског уџбеника

Бр .	Тврдње:	Скална вредност (АС)	Слажем се (3)		Делимично се слажем (2)		Не слажем се (1)	
			F	%	F	%	F	%
1	Часови биологије на којима сам користио/ла електронски уџбеник су ми били интересантнији у односу на раније часове.	3	85	100	0	0	0	0
2	Наставни садржаји из биологије приказани у електронском уџбенику су ми били много јаснији.	2,98	83	97,60	2	2,35	0	0
3	На часовима биологије на којима сам користио/ла електронски уџбеник научио сам много више на часу, него на ранијим часовима.	2,98	83	97,60	2	2,35	0	0
4	Лако сам савладао наставно градиво коришћењем електронског уџбеника.	2,82	70	82,35	15	17,65	0	0
5	Коришћење електронског уџбеника је утицало на повећање моје заинтересованости за биологију.	2,87	74	87,06	11	12,94	0	0
6	Било ми је тешко да користим рачунар на часовима биологије.	1	0	0	0	0	85	100
7	Желим да целокупно градиво из биологије учимо на овај начин.	2,93	79	92,94	6	7,06	0	0

Анализом одговора ученика уочава се да су свим ученицима часови биологије реализовани коришћењем електронског уџбеника били интересантнији у односу на раније часове (тврдња 1), као и да никоме од њих није било тешко да на часовима биологије користи рачунар (тврдња 6).

Због боље прегледности прихватања електронског уџбеника на часовима биологије, резултати из Табеле 8, изражени у процентима, приказани су на Графикону 10, при чему су прва и шеста тврдња искључена због 100% слагања, односно неслагања ученика с њима.



Графикон 10. Одговори ученика Е групе о учењу биологије применом електронског уџбеника на часовима

Анализом скалних вредности, уочава се да су ученицима били интересантнији часови који су реализовани применом електронског уџбеника (тврдња 1, просечна скална вредност 3), у односу на раније часове биологије, као и да су им наставни садржаји приказани у електронском уџбенику били много јаснији (тврдња 2, просечна скална вредност 2,98), због чега су највећи део градива из биологије научили на самим часовима (тврдња 3, просечна скална вредност 2,98). Већина ученика (92,94%, просечна скална вредност 2,93) жели да целокупно градиво из биологије учи применом електронског уџбеника (тврдња 7). Високу просечну скалну вредност (2,87) има и тврдња: *Коришћење електронског уџбеника је утицало на повећање моје заинтересованости за биологију* (тврдња 5). Тврдња: *Лако сам савладао наставно градиво коришћењем електронског уџбеника* (тврдња 4), има такође високу фреквенцију (82,35%, скална вредност 2,82). Иако су ученици IV разреда гимназије оспособљени за коришћење рачунара у настави, постоје ученици који теже савлађују градиво на овај начин (у овом узорку њих 17,65%). То је уочено и у другим истраживањима, без обзира на примењени модел наставе [115]. „Коришћење рачунара захтева добру концентрацију и интензиван самосталан рад самих ученика током читавог часа. Ово је неким ученицима тешко и њима више одговарају часови које доминантно води наставник, док је њихова активност много мања“ [116]. Велика већина ученика у Републици Србији је ипак спремна за увођење савремених наставних средстава, попут електронских уџбеника, јер су свесни колико савремена настава повећава квалитет њиховог образовања [117]. У свом истраживању Spence [118] уочава да још увек студенти више користе штампане уџбенике уместо електронских, али сматра да ће у будућности развој технологије довести до већег прихватања електронских уџбеника.

Одговори ученика на питање о учењу биологије применом електронског уџбеника указују да они радо прихватају увођење савремених наставних модела у наставу. Они желе што већу активност и самосталност у раду на часовима, како би учење прилагодили својим способностима, што им коришћење електронског уџбеника свакако омогућује.

4.7.2. Испитивање ставова ученика Е групе о квалитету електронског уџбеника

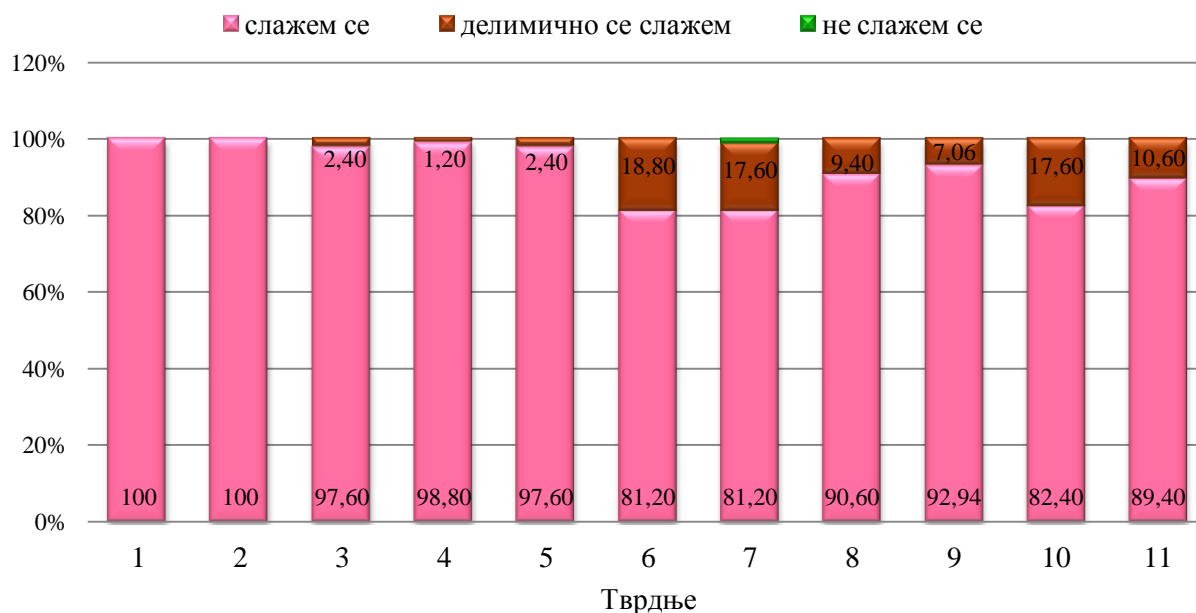
Ставови ученика о квалитету електронског уџбеника су сагледани њиховим одговором на питање које се састојало од 11 тврдњи, конструисано по типу тростепене Ликертове скале. Тврдње су се односило на: структуру, коришћење и целокупан изглед електронског уџбеника. Дистрибуција одговора ученика на ово питање за сваку појединачну тврдњу приказана је у Табели 9.

Табела 9. Ставови ученика о квалитету електронског уџбеника

Бр.	Тврдње:	Скална вредност (AS)	Слажем се (3)		Делимично се слажем (2)		Не слажем се (1)	
			F	%	F	%	F	%
1	Електронски уџбеник сам самостално користио/ла.	3	85	100	0	0	0	0
2	Наставно градиво из биологије је у електронском уџбенику обрађено прегледно, јасно и занимљиво.	3	85	100	0	0	0	0
3	Током коришћења уџбеника често сам користио нарацију.	2,98	83	97,60	2	2,35	0	0
4	Фотографије дате у уџбенику су ми помогле током учења.	2,99	84	98,80	1	1,18	0	0
5	Посматрање филмова датих у уџбенику ми је олакшало разумевање и усвајање градива.	2,98	83	97,60	2	2,25	0	0
6	Током учења, често сам користио „Занимљивости“.	2,81	69	81,20	16	18,82	0	0
7	„Информације више“ су прошириле моја знања из биологије.	2,80	69	81,20	15	17,65	1	1,18
8	Додатни садржаји из „Информација више“ су ми помогле да лакше савладам ново градиво.	2,91	77	90,60	8	9,40	0	0
9	Одговори на питања за проверу знања су ми помогли да разумем градиво.	2,93	79	92,94	6	7,06	0	0
10	Интерактивни тестови на крају сваке наставне теме су ми	2,82	70	82,40	15	17,65	0	0

	помогали да пратим свој напредак у учењу биологије.							
11	Коришћење електронског уџбеника ме је подстицало на учење биологије.	2,89	76	89,41	9	10,59	0	0

Ради боље прегледности, резултати из Табеле 9 (изражени у процентима) представљени су и на Графикону 11.



Графикон 11. Структура одговора ученика Е групе о квалитету електронског уџбеника коришћеног током педагошког експеримента

Анализом одговора ученика уочава се да максималну скалну вредност (3) имају прве две тврдње: *Електронски уџбеник сам самостално користио/ла* и *Наставно градиво из биологије је у електронском уџбенику обрађено прегледно, јасно и занимљиво*. Анкетирани ученици су у сва четири разреда гимназије имали предмет Рачунарство и информатика, у оквиру кога проучавају програме који су коришћени при изради електронског уџбеника. Због тога је максимална скална вредност за прву тврдњу очекивана. Максимална скална вредност добијена је и за другу тврдњу, што указује на квалитет електронског уџбеника. Незнатно слабију скалну вредност (2,99) има четврта тврдња: *Фотографије дате у уџбенику су ми помогле током учења*. У уџбенику су коришћене искључиво фотографије које су уско повезане са градивом које је у уџбенику обрађено. Пошто на интернету постоји мноштво фотографија различитог квалитета, аутор је преузете фотографије обрадио и ускладио са текстуалним описом градива у уџбенику, тако да су ученици на њима могли да уоче потребне делове. Све фотографије су обележене на српском језику. Високу скалну вредност (2,98) су имале тврдње: *Током коришћења уџбеника често сам користио нарацију* (тврдња 3) и *Посматрање филмова у уџбенику ми је олакшало разумевање и усвајање градива* (тврдња 5). Нарација се показала као добра компонента електронског уџбеника, јер неки ученици лакше савлађују градиво слушањем градива кога чита наратор, него

самосталним читањем текста у уџбенику. Комплетан текст који се говори је откуцан и у Word документу, тако да ученици могу да га одштапају и по потреби увећају и читају не само на монитору, већ и са папира. На овај начин је омогућено слабовидим ученицима или ученицима са оштећењем слуха, да користе електронски уџбеник. Ово је изузетно важно, јер је једна од одлика савремене наставе потреба, да се ученици са посебним потребама што више укључе у редовну наставу.

Многе појаве и процеси у биологији су веома апстрактни и за ученике тешко разумљиви. Због тога су за што боље разумевање и усвајање таквих наставних садржаја коришћени филмови и анимације. Филмови дати у електронском уџбенику прецизно објашњавају конкретне садржаје, појаве и процесе и титловани су на српском језику. Зато се чак 97,60% ученика (скална вредност 2,98) изјаснило да им је *Посматрање филмова датих у уџбенику олакшало разумевање и усвајање градива* (тврдња 5).

Једна од потешкоћа наших ученика током учења је њихова недовољна способност разумевања суштине наставног градива, тј. способност да разликују „битно од небитног“ као и слабо повезивање новог градива са претходно обрађеним градивом. Због тога су у електронском уџбенику после сваке наставне јединице дата питања за проверу знања ученика. Одговорима на та питања ученици су понављали оно што је најбитније у свакој лекцији. Тај део је већини ученика олакшавао разумевање градива, због чега је тврдња: *Одговори на питања за проверу знања су ми помогли да разумем градиво* имала високу скалну вредност (2,93). Тврдња 8: *Додатни садржаји из „Информација више“ су ми помогли да лакше савладам ново градиво* има такође високу скалну вредност (2,91). Овај део у уџбенику је такође допринео квалитету знања ученика, јер их је подстицао да продубљеније размишљају о биолошким садржајима и да трагају за додатним информацијама, чиме се остварује индивидуализација наставе.

У електронском уџбенику постоје и „Занимљивости“ чији задатак је био проширивање знања ученика и повећање њиховог интересовања за биологију. Оне су такође подстицале и усмеравале заинтересоване ученике на самосталан истраживачки рад. На основу броја ученика који се слажу са тврдњом: *Током учења, често сам користио „Занимљивости“* (81,20%, скална вредност 2,81), овај део електронског уџбеника је испунио свој задатак.

Код већине наших ученика, углавном постоји спољашња мотивација за учење. Они уче да би добили што бољу оцену и тиме испунили очекивања наставника, родитеља и школе, због чега су њихова знања често краткотрајна. Врло мало ученика, учи због „себе самих“, односно због знања која ће им бити потребна у реалном животу. То је основни разлог слабог успеха наших ученика на међународним PISA и TIMSS тестовима, нарочито у доменима разумевања појмова и примене знања [119;120].

Да би се побољшао квалитет знања ученика, у електронском уџбенику су после сваке наставне теме дати интерактивни тестови. Они су већини ученика (82,40%) помогли да прате свој напредак у учењу. Због тога тврдња 10: *Интерактивни тестови на крају сваке наставне теме су ми помогли да пратим свој напредак у учењу биологије* има високу скалну вредност (2,82). Тврдња 11: *Коришћење електронског уџбеника ме је подстицало на учење биологије* има високу скалну вредност (2,89), што потврђује да су ученици свесни утицаја електронског уџбеника на развијање њихове свести о неопходности континуираног учења.

У истраживању Annand [121] спроведеном на универзитету Athabasca у Канади, анкетирањем 109 студената, уочено је да 31,19% студената користи електронске уџбенике за учење, а 68,81% штампане уџбенике. Студенти који су користили електронске уџбенике, навели су неколико карактеристика због којих су их користили за учење. Као најважнију истакли су *Добра организација и навигација* која олакшава

претраживање садржаја. Друге карактеристике које су студенти изабрали су биле: Наставни садржаји су погоднији и приступачнији за учење, велика флексибилност у учењу, одлична преносивост електронског материјала (може да се учи на различитим местима) и јефтинији су од штампаних књига. Аутор наводи да би резултати анкете могли битно да утичу на пословање универзитета, ако би се определили за производњу и дистрибуцију наставних материјала у електронском облику. На тај начин би се уштедело доста новца, јер су такви материјални много јефтинији од штампаних, који су урачунати у школарину. Анкетирањем 1818 студената и запослених на универзитету Collage London, Rowlands и Nicholas [122] су дошли до закључка да студенти и особље користи електронске књиге, јер их лакше читају од штампаних, јер су доступне у сваком тренутку и штеде простор. Такође су уствановили да постоји разлика између мушкараца и жена у оцењивању функционалности електронских уџбеника: мушкарци много више оцењују претходно наведене аспекте електронских књига у односу на жене. У оквиру највећег пројекта у Великој Британији који је повезан са електронским уџбеницима, The JISC National E-Books Observatory project [123], спроведеном у циљу повећања употребе електронских уџбеника, у који је било укључено око 52000 студената и наставног особља са око 120 универзитета, Jamali et all. [124] су спровели анкету о карактеристикама и функционалности електронских уџбеника. Анализом резултата анкете је утврђено да се као најважније позитивне карактеристике електронског уџбеника наводе: лак приступ садржајима, могу да се користе било када и било где, јер не мора да се одлази у библиотеку. Као негативна карактеристика наводи се брзо замарање и отежано читање текста са екрана. Због тога је једна од препорука на крају истраживања била да се побољша дизајн електронских уџбеника. Још неке препоруке су истакнуте као изузетно важне: унапредити информатичку писменост студената, како би се искористиле све погодности електронских уџбеника и направити планове и организацију за промовисање електронских уџбеника. Rockinson-Szapkiw et all. [102] истичу да су студенти мотивисанији за учење из електронских уџбеника у односу на штампане уџбенике, а као најбоље карактеристике електронског уџбеника истичу: једноставну навигацију, брзу претрагу информација и велику употребљивост система.

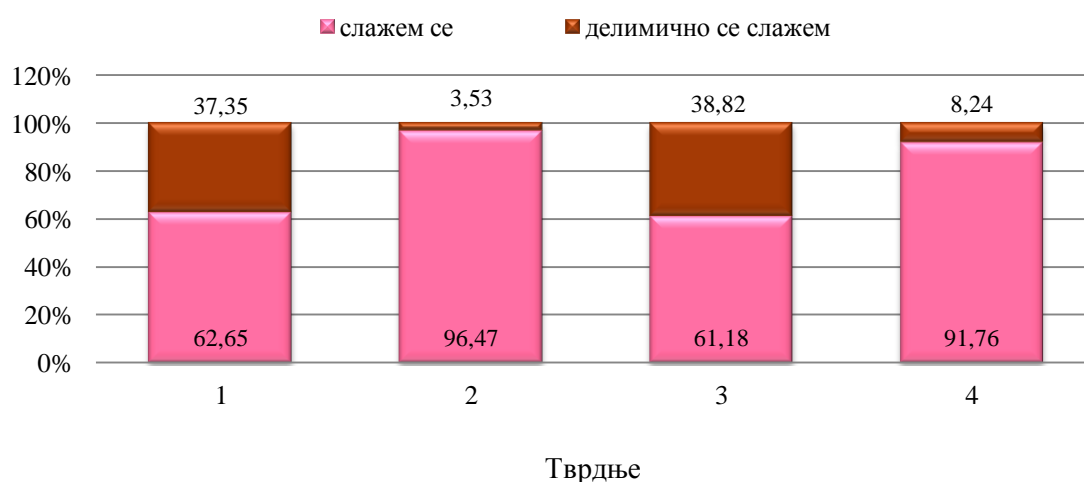
4.7.3. Ставови ученика Е групе о њиховој улози у иновативном моделу наставе биологије

Извођење наставе биологије уз самостално коришћење рачунара и електронског уџбеника од стране ученика Е групе представљало је иновативни модел наставе. Како је активност ученика на часовима уско повезана са ефикасношћу одређеног модела наставе, било је веома важно анализирати *ставове ученика о њиховој улози у настави биологије током коришћења електронског уџбеника*. Да би то сагледали ученицима је постављено питање које се састојало од 5 тврдњи. Оно је формулисано по типу тростепене Ликертове скале. Дистрибуција одговора ученика на ово питање за сваку тврдњу приказана је у Табели 10.

Табела 10. Ставови ученика о њиховој улози у иновативном моделу наставе биологије

Бр.	Тврдње:	Скална вредност (AS)	Слажем се (3)		Делимично се слажем (2)		Не слажем се (2)	
			F	%	F	%	F	%
1	Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника.	2,62	53	62,65	32	37,35	0	0
2	Био сам много активнији током учења биологије из електронског уџбеника.	2,96	82	96,47	3	3,57	0	0
3	Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије.	2,61	52	61,18	33	38,82	0	0
4	Коришћењем електронског уџбеника брже сам савладавао градиво из биологије.	2,92	78	91,76	7	8,24	0	0
5	Овакав начин учења биологије ми је временом постао досадан.	1,00	0	0	0	0	85	100

Због веће прегледности резултати из Табеле 16 (изражени у %) приказани су и на Графикону 12. Из приказа је искључена негативна тврдња 5, јер се 100% ученика није сложило с њом.



Графикон 12. Ставова ученика Е групе о њиховој улози у иновативном моделу наставе биологије

Анализом одговора ученика на ово питање, уочава се да је најприхваћенија тврдња *Био сам много активнији током учења биологије из електронског уџбеника* (тврдња 2, скална вредност 2,96). Од анкетираних ученика њих 96,47% се сложило са овом тврдњом, а 3,53% делимично. Следећа тврдња по прихваћености од стране ученика је *Коришћењем електронског уџбеника брже сам савладавао градиво из биологије* (тврдња 4, скална вредност 2,92). Са овом тврдњом се слаже 91,76% ученика, а делимично 8,24% ученика. Тврдња *Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника* (тврдња 1, скална вредност 2,62), указује на високу прихваћеност електронског уџбеника од стране ученика (слажем се 62,65%), иако постоје ученици који нису сасвим расположени за учење применом овог модела наставе (37,35%). Тврдња 3, *Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије* имала је такође високу скалну вредност прихваћености (2,61). Прихватило ју је 61,18% анкетираних ученика. Што се тиче тврдње 5, *Овакав начин учења биологије ми је временом постао досадан* (чија је скална вредност 1), нико од анкетираних ученика се није сложило с њом. Одговори ученика на тврдње у оквиру овог питања су показали да пажљивим одабиром програма у којима се ради електронски уџбеник, треба стално мењати и иновирати садржаје, чиме се спречава монотонија и застарелост информација. Тако се задржавају пажња и мотивација ученика за учењем биологије.

Како би се испитала повезаност тврдњи и успех ученика на финалном тесту и ретесту урађен је t-тест независних узорака за поједине тврдње чији су резултати могли да се групишу у бар две групе са приближном дистрибуцијом (тврдња бр. 1 и тврдња бр. 3). Резултати t-теста за тврдњу *Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника* приказани су у Табели 11.

Табела 11. Повезаност ставова ученика Е групе за тврдњу *Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника* и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту и ретесту

Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника		N	AS	SD	SG	Значајност разлике
Финални тест	Делимично се слажем	32	82,06	6,143	1,086	t (83) = -2,477; p= 0,015*
	Слажем се	53	86,17	8,069	1,108	
Ретест	Делимично се слажем	32	80,69	6,703	1,185	t (78) = -2,459; p= 0,016*
	Слажем се	53	85,19	8,940	1,228	

p* < 0,05

Анализом резултата из Табеле 11 се уочава да постоји статистички значајна разлика између групе ученика који се слажу са тврдњом *Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника* и групе ученика која се делимично слаже са овом тврдњом и њиховим просечним постигнућем на финалном тесту (p=0,015 < 0,05) и ретесту (p=0,016 < 0,05). Ученици који се слажу са тврдњом да су увек били расположени за учење биологије коришћењем електронског уџбеника су имали боље постигнуће на финалном тесту и ретесту, у односу на ученике који су се делимично сложили са том тврдњом.

Резултати t-теста за тврдњу Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије приказани су у Табели 12.

Табела 12. Повезаност ставова ученика Е групе за тврдњу Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту и ретесту

Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије		N	AS	SD	SG	Значајност разлике
Финални тест	Делимично се слажем	33	81,00	6,442	1,121	t (76) = -4,440, p= 0,0001**
	Слажем се	45	88,04	7,252	1,081	
Ретест	Делимично се слажем	33	79,55	6,874	1,197	t (76) = -4,437, p= 0,0001**
	Слажем се	45	87,31	8,146	1,214	

p* < 0,05; p** < 0,001

Анализом резултате из Табеле 12, уочава се да постоји статистички значајна разлика (за оба нивоа значајности) између групе ученика која се слаже са тврдњом Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије и групе која се делимично слаже са њом и њиховим просечним постигнућем на финалном тесту (p=0,0001<0,05; p=0,0001<0,001) и ретесту (p=0,0001<0,05; p=0,0001<0,001). Ученици који су самостално трагали за информацијама како би проширили своје знање из биологије су имали веће постигнуће на финалном тесту и ретесту. Утврђивањем постојања корелација између појединих контекстуалних варијабли и просечног постигнућа ученика Е групе на финалном тесту и ретесту **реализован је осми задатак истраживања.**

Тиме је потвђена **четврта хипотеза истраживања (Х4)** о постојању корелације између ставова ученика Е групе о примени електронског уџбеника у настави биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.

4.7.4. Позитивни и негативни ставови ученика Е групе о реализацији наставе биологије применом електронског уџбеника

Последња два питања из Анкете за ученике Е групе су била отвореног типа. У њима је од ученика Е групе тражено да наведу шта им се највише свидело (питање бр. 4), односно шта им се није свидело (питање бр. 5) током реализације наставе биологије применом електронског уџбеника.

Већина анкетираних ученика је изразила **позитивно мишљење** о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији. Нека од њих су:

- „Захваљујући филмовима и сликама у електронском уџбенику, разумео сам и најкомплицованије биолошке процесе.“
- „Биологија ми раније није била омиљени предмет, више волим рачунаре и програмирање. Захваљујући електронском уџбенику заинтересовао сам се за биологију.“

- „Уживао сам на сваком часу, јер се сваки разликовао од претходног. Могао сам детаљније да истражујем све оно што ме је интересовало.“
- „Раније сам се мучио учећи биологију, јер сам углавном учио напамет. Сада су ми у учењу много помагале слике, анимације и филмови.“
- „Нарација је одлична идеја у изради уџбеника, јер ми више оговара да слушам нарацију градива од стране неког другог, него да га сам читам.“
- „Активан сам спортиста и немам баш много времена за учење. Електронски уџбеник ми омогућава да учим на било ком месту и у било које време, као да сам на часу.“
- „Електронски уџбеник ми је држао пажњу од првог до последњег минута на свим часовима биологије, што раније није био случај.“
- „У електронском уџбенику је много квалитетних слика, анимација и филмова који додатно објашњавају градиво. Њиховим пажљивим посматрањем ми је било лако да учим градиво из биологије.“
- „Помоћу електронског уџбеника се брже долази до потребних информација, него листањем штампаног уџбеника.“
- „Интерактивни тестови на крају сваке теме су ме подстицали да се такмичим сама са собом и тако досегнем максимум знања из биологије и добијем високе оцене.“
- „Раније сам прескакао неке лекције у штампаном уџбенику, јер су ми биле тешке и нисам их разумео. Уз помоћ електронског уџбеника сам савладао комплетно градиво биологије, јер су лекције у њему креативно осмишљене и квалитетно приказане.“
- „Због болести сам била доста одсутна из школе. Електронски уџбеник из биологије ми је омогућио да сама савладам градиво, што нисам успела из других предмета.“
- „Електронски уџбеник ми је омогућио да разумем основне биолошке процесе и да ми биологија постане омиљени предмет.“
- „Овакво учење биологије је много занимљивије него учење из штампаног уџбеника.“
- „Било ми је потребно много мање времена да научим лекцију из електронског него из штампаног уџбеника.“
- „Обожавала сам часове биологије у овој школској години.“
- „Сама сам допуњавала електронски уџбеник новим занимљивостима, анимацијама и филмовима, што ми је било посебно занимљиво.“

Анализом одговора ученика, учача се да већина ученика има позитиван став према иновативном моделу наставе биологије. Изнета мишљења ученика показују да они прихватају примењени иновативни модел наставе, као и да су добро и објективно проценили позитивне вредности примене електронског уџбеника у настави биологије. Њихови искази су свеобухватни, прецизни и јасни, због чега нису потребни њихови додатни коментари.

Позитивни ставови ученика о примени електронског уџбеника изнети су и у истраживањима других аутора. Према истраживањима Kissinger [125], ученици су се изјаснили да електронске књиге позитивно утичу на усвајање знања и стварају подстицајну средину за учење. У истраживањима Clark [126] и Kang et al. [127], ученици су као квалитет електронских уџбеника навели доступност, односно да их могу користити било где и било када, као и да су погоднији и једноставнији за употребу од традиционалних штампаних уџбеника. Те квалитете истакли су и анкетирани ученици у овом истраживању.

Негативна мишљења ученика о примени електронског уџбеника у настави биологије су била малобројна. У одговору на ово питање ученици су додатно употпунили своје мишљење о вредностима примене електронског уџбеника у настави биологије, али изнели и неке примедбе:

- „Осећао сам се усамљено на часовима биологије, иако је већина ученика била на часовима.“
- „Недостајали су ми коментари другова са часова када наставник предаје лекције.“
- „Недостајале су ми шеме и цртежи на табли, којима нам професор поступно објашњава градиво.“
- „На оваквим часовима недостају емоције. Нисмо имали коме да се извињавамо и да измишљамо разлоге због којих нисмо добро урадили тестове.“
- „За мене је ово сувише озбиљан начин учења у гимназији.“
- „За мене су најбољи часови на којима се не само учи, већ има шале и смеха. На овим часовима смо само учили.“
- „Мислим да смо ове године из биологије учили много више него ученици у другим школама.“
- „Ово је велика промена у начину извођења наставе за наше услове.“
- „Пошто ми треба више времена за разумевање градива, чешће сам користила наратију и допунске садржаје због чега нисам увек стизала да завршим неке лекције на часовима у школи.“
- „Ово је преозбиљно за моје виђење школе и наставе.“
- „Нисам љубитељ рачунара, тако да ми се сви часови не свиђају.“
- „Градиво биологије у овом разреду је преобимно, како год га учили помоћу електронског уџбеника или без њега.“
- „Пошто на часовима није било усменог одговарања када смо понављали лекције, није било лапсуса ни грешака ученика и професорке, што ми је недостајало. Њима се увек смејемо“.
- „Електронски уџбеник омогућава самостално и самосвесно учење, за које неки ученици нису спремни. Ја сам један од њих.“

Анализом мишљења ученика о примени електронског уџбеника у настави биологије, уочава се да га неки ученици нису сасвим прихватили. Коришћење рачунара захтева добру концентрацију и интензиван самосталан рад самих ученика током читавог часа. Ово је неким ученицима тешко и њима више одговарају часови које доминантно води наставник, док је њихова активност много мања. Зато су у одговорима ученика истакнути одуство комуникације између ученика међусобно и са професором и други недостаци који из тога произилазе. Ово се може објаснити тиме што је коришћење електронских материјала у настави недовољно, док комплетних електронских уџбеника и нема.

И у истраживањима Jamali et all. [124], Clark [126], Kang et all. [127] и Gunter [128], наведене су и негативне карактеристике употребе електронског уџбеника, као што су брже замарање током читања електронског текста и појава нелагодности после одређеног времена, што је наведено и у овом истраживању.

Да ученици прихватају увођење рачунара у наставу и примену образовних софтвера уочено је и у истраживањима домаћих аутора. У истраживању Дракулић и Миљановић [129] анализирани су ставови 105 ученика шестог разреда основне школе, о примени образовног рачунарског софтвера Хордати у настави биологије који је урађен по моделу програмиране наставе. Резултати анкете су показали да су ученици веома

заинтересовани и мотивисани за самостално проучавање градива и индивидуални рад, као и да желе да такви образовни софтвери буду више заступљени не само у настави биологије, већ и других предмета.

Ставови ученика гимназије о примени мултимедије у настави биологије анализирани су у раду Терзић [130]. Анкетирано је 95 ученика трећег разреда гимназије друштвено-језичког смера. Резултати анкете су показали да 88,42% анкетираних ученика сматра да се помоћу мултимедије на часовима биологије научи много више него традиционалним методама учења, 86,31% ученика сматра са су боље разумели наставне садржаје, 87,37% ученика се изјавило да им се свиђа мултимедијална настава биологије, док би сви они (100%) волели да се и други биолошки садржаји реализују применом мултимедије.

Истраживање Пардањац и сар. [63] је показало је да од 207 анкетираних ученика основне школе, наставу хемије реализовану применом мултимедијалног рачунарског образовног софтвера „Сахариди“ 94% ученика сматра занимљивом, 68% интересантном, а 47% забавном. Такође је утврђено да 78,22% ученика сматра да им овако реализована настава олакшава учење, а 90,10% да повећава заинтересованост за садржаје из области хемије.

У истраживање Павловић [131] било је укључено 88 ученика из две основне школе у Штубику, општина Неготин. Резултати анкете су показали да би 94,32% анкетираних ученика волело да користи рачунаре у настави, њих 90,91% сматра да би употреба рачунара помогла да се лакше савлада наставно градиво. Неки од закључака овог истраживања су били да ученици проводе већи део дана за рачунарима и да имају позитиван став према мултимедијалној настави и њеном увођењу у образовни процес. Резултати анкете ученика Е групе о примени електронског уџбеника у настави биологије су слични са резултатима истраживања наведених аутора.

Анализом одговора ученика на питања у анкети, уочава се да они схватају суштину и значај примене електронског уџбеника у настави биологије. Они прихватају предности коришћења електронског уџбеника и не желе да буду пасивни посматрачи у настави, већ активни учесници који учење прилагођавају својим могућностима, интересовањима и потребама. Резултати анкете за ученике указују на неопходност увођења електронских уџбеника, не само у гимназији, већ у све основне и средње школе за већину предмета, како би се повећали квалитет и ефикасност наставног процеса у целини, а учење учинило занимљивијим и прилагођено сваком ученику. Ова промена свакако би допринела повећању квантитета и квалитета знања ученика из биологије и других предмета.

Изнете примедбе ученика Е групе такође треба пажљиво анализирати и уважити како би се настава биологије учинила још занимљивијом и ефикаснијом за сваког ученика и на тај начин допринело њеном квалитету и ефикасности. Њихове примедбе сугеришу комбинацију различитих модела наставе, наставних метода и облика рада, што и јесте најбоље решење за наставу биологије и других предмета.

Анализом резултата анкете за ученике експерименталне групе о примени електронског уџбеника у настави биологије **реализован је седми задатак истраживања.**

Тиме је **потвђена трећа хипотеза истраживања (Х3)** да ће ученици Е групе имати позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији и показати већу заинтересованост и мотивисаност за учење биологије уз помоћу електонског уџбеника.

4.8. Анализа резултата анкете за професоре о начају примене рачунара и електронског уџбеника у настави биологије

Положај и улога професора у систему образовања се временом мењао. У традиционалној настави, професор је био у центру образовног система, као једини извор знања за ученике, док је у савременој настави ученик у центру, а професор има улогу дизајнера и организатора наставног процеса, а све мање његовог реализатора.

Данас су улоге професора многобројније, разноврсније и комплексније него раније, јер он мора и „да оспособљава младе за овладавање средствима саморазвоја и да их припрема за живот у демократском, мултинационалном и мултикултуралном друштву и заједницама“ [132]. Због тога је ефикасност наставног процеса у директној вези са способностима и активностима самог професора, који мора да прати трендове савременог друштва, који подразумевају и примену нових информационо-комуникационих технологија (ИКТ-а) у настави. „Наставник све више треба да буде модератор или ментор, онај који води, предлаже и помаже ученицима да се повежу са експертима и другим ресурсима“ [133].

Примена електронских уџбеника у Е групи током реализације педагошког истраживања представљала је иновативни модел наставе биологије. За његово увођење у наставу биологије у гимназији кључну улогу имао је професор који га је моделовао и израдио, а затим и применио у настави. Зато је било важно сагледати ставове и других професора биологије (који су га прегледали) о значају примене електронског уџбеника и њихову спремност да га примене у настави биологије у гимназији као и повезаност између појединих контекстуалних варијабли (нпр. година живота професора, дужине њиховог радног искуства у настави) и њиховог општег става о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији.

Анкету је попунило 57 професора биологије из читаве Републике Србије који раде у гимназији. Њима је прослеђен електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, који је направљен за потребе педагошког истраживања, као и анкета. Након прегледања електронског уџбеника они су попунили анкету. Анкета се састојала од 3 питања: једно питање затвореног типа, једно питање отвореног типа и једно питања са скалом ставова.

Статистичка обрада података добијених анкетирањем професора биологије, извршена је програмским пакетом SPSS 19.0. Анализирани су статистички параметри: аритметичка средина (AS), проценат (%), стандардна девијација (SD) и стандардна грешка разлике аритметичких средина (SG). За испитивање повезаности две варијабле коришћени су: t – тест (t), хи-квадрат тест (χ^2) уз праг значајности 0,05 и 0,001 и коефицијент корелације (r).

4.8.1. Структура узорка професора биологије

Узорак професора биологије је анализиран према годинама радног искуства и годинама живота.

Структура узорка професора биологије према годинама радног искуства приказана је у Табели 13.

Табела 13. *Радно искуство анкетираних професора биологије*

Године радног искуства	Број	%
до 5	10	17,5
од 6 до 10	5	8,8
од 11 до 15	11	19,3
од 16 до 20	8	14
од 21 до 25	14	24,6
више од 26	9	15,8

Највећи број анкетираних професора биологије (14 или 24,6%) има од 21 до 25 година радног искуства у настави, а најмање (5 или 8,8%) од 6 до 10 година радног искуства у настави.

За ово истраживање је било важно сагледати и старосну структуру узорка професора биологије, која је приказана у Табели 14.

Табела 14. *Старосна структура анкетираних професора биологије*

Године живота	Број	%	Просечна старост	SD
25-35	10	17,54	30,9	1,41
36-45	13	22,81	41,46	9,93
46-55	22	38,6	48,82	2,5
56-65	12	21,05	58,58	4,8
	Најмлађи	Најстарији	Просечна старост	SD
Године живота	27	62	46,47	9,586

Највећи број анкетираних професора биологије (22 или 38,6%) има између 46 и 55 година, 13 професора (22,81,3%) има од 36 до 45 година, 12 професора (21,05%) је старости од 56 до 65 година и 10 професора (17,54%) од 25 до 35 година живота. Најмлађи анкетирани професор има 27 година, а најстарији 62 године. Просечна старост узорка професора биологије је 46,47 година.

Анкетирани узорак наставника биологије који раде у гимназији, чинили су професори из читаве Републике Србије, средњег животног доба са дугогодишњим радним искуством у настави. На основу ових података, резултати анкете су објективни показатељи испитиваних варијабли, на основу којих се могу извести поуздани закључци.

Ставови професора о примени електронског уџбеника у настави биологије су од великог значаја за прихватање иновативног модела наставе. Због тога је анкетираним професорима постављено питање конструисано по типу петостепене Ликертове сумационе скале. Скала ставова се састоји од 20 тврдњи, од којих су 13 формулисане као позитивне, а 7 као негативне. Одговори професора на дате тврдње су бодовани од 1 (потпуно неприхватање) до 5 (потпуно прихватање), односно већи број на скали указује

на веће слагање са датом тврдњом. Дистрибуција одговора професора биологије на све тврдње приказана је у Табели 15.

Табела 15. Ставови професора биологије о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији

Бр.	Тврдње:	AS	Потпуно се слажем (5)		Углавном се слажем (4)		Нисам сигуран (3)		Углавном се не слажем (2)		Уопште се не слажем (1)	
			F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1.	Волео/ла бих да у школи имам више могућности за примену рачунара у настави биологије.	4,6	39	68,43	15	26,31	2	3,51	0	0	1	1,75
2.	Не бих користи/о, ла рачунар у настави биологије.	1,47	1	1,75	3	5,26	2	3,51	10	17,54	41	71,94
3.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује ученицима брже усвајање знања.	4,19	27	47,37	16	28,07	12	21,05	2	3,51	0	0
4.	Ученици не схватају озбиљно учење градива када користе електронски уџбеник.	2,32	0	0	7	12,28	16	28,07	22	38,6	12	21,05
5.	Примена електронског уџбеника омогућује већи квалитет и квантитет биолошког знања.	4,23	29	50,88	15	26,31	11	19,31	1	1,75	1	1,75
6.	Примена електронског уџбеника доприноси већој примени стеченог знања, него класични уџбеник.	4,28	26	45,61	21	36,85	10	17,54	0	0	0	0
7.	Ученицима је кориснија жива реч наставника, од анимација, филмова и објашњења у електронском уџбенику.	2,39	0	0	14	24,56	9	15,79	19	33,34	15	26,31
8.	Примена електронског уџбеника омогућује већу самосталност у раду ученика и њихову већу мисаону активност у настави него класичан начин учења.	4,28	24	42,1	26	45,61	6	10,54	1	1,75	0	0
9.	Примена електронског уџбеника у настави биологије је интересантнији начин учења у односу на класичан приступ у настави.	4,35	28	49,14	24	42,1	3	5,26	1	1,75	1	1,75
10.	Примена електронског уџбеника у настави биологије спутава креативност наставника.	2,53	0	0	18	30,88	7	12,28	19	33,34	13	23,5
11.	Примена електронског уџбеника у настави биологије обезбеђује већу пажњу и дисциплину ученика у настави,	3,93	12	21,05	29	50,88	16	28,07	0	0	0	0

	него класичан начин учења.											
12.	Примена електронског уџбеника у настави биологије обезбеђује већу динамичност наставе, него класичан начин учења.	3,98	12	21,05	32	55,45	13	23,5	0	0	0	0
13.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује већи степен индивидуализације наставе него класичан начин учења.	4,3	25	43,87	27	47,37	3	5,26	1	1,75	1	1,75
14.	Примена електронског уџбеника у настави биологије смањује контакт између наставника и ученика.	2,54	0	0	16	28,07	7	12,28	26	45,61	8	24,04
15.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује опуштенију атмосферу на часу, јер су ученици више мотивисана за рад и учење.	3,58	1	1,75	27	47,37	27	47,37	2	3,51	0	0
16.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује ефикасније праћење и објективно оцењивање рада ученика.	4,42	27	47,37	27	47,37	3	5,26	0	0	0	0
17.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује већу контролу ученика над сопственим напредовањем у односу на традиционалан начин учења.	4,81	46	80,69	11	19,31	0	0	0	0	0	0
18.	Примена електронског уџбеника у настави биологије захтева већу одговорност ученика за резултате властитог рада и напредовања у учењу.	4,96	55	96,49	2	3,51	0	0	0	0	0	0
19.	Класична настава биологије коју реализујем у школи је добра и без примене рачунара.	1,84	0	0	11	19,31	4	7,02	7	12,28	35	61,39
20.	Не постоји ни један ваљан разлог због кога би професоре биологије требало убеђивати да користе рачунар у настави.	1,37	0	0	2	3,51	1	1,75	13	23,5	41	71,24

На основу података из табеле уочава се да је код анкетираних професора биологије најприхваћенија тврдња бр. 18: *Примена електронског уџбеника у настави биологије захтева већу одговорност ученика за резултате властитог рада и напредовања у учењу*, чија је скална вредност 4,96. Чак 55 анкетираних професора биологије (96,5%) се у потпуности слаже са овом тврдњом, док се 2 професора (3,5%) углавном слажу са овом тврдњом. Ни један професор се није изјаснио да није сигуран, да се углавном не слаже или да се уопште не слаже да електронски уџбеник захтева већу одговорност ученика за резултате властитог рада и напредовања у учењу.

Следећа по прихваћености је тврдња бр. 17: *Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује већу контролу ученика над сопственим напредовањем у односу на традиционалан начин учења*. Њен просек прихваћености је такође висок и

износи 4,81. Од укупног броја анкетираних професора биологије са овом тврдњом се у потпуности слаже њих 46 (80,7%), а углавном се слаже 11 професора (19,3%). Нико од професора се није изјаснио да није сигуран, да се углавном не слаже или да се уопште не слаже са овом тврдњом.

Изразито високу скалну вредност (4,6) има и тврдња бр.1: *Волео/ла бих да у школи има више могућности за примену рачунара у настави биологије.* Са овом тврдњом се у потпуности слаже 39 анкетираних професора биологије (68,4%), док се 15 професора биологије (26,3%) углавном слаже са њом. Само 2 професора (3,5%) нису сигурни да ли би волели да имају више могућности за примену рачунара у настави биологије, а 1 професор (1,8%) се уопште не слаже са овом тврдњом.

И остале позитивне тврдње, имају такође изузетно високе скалне вредности које се крећу у интервалу од 3,58 (за тврдњу бр. 15: *Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује опуштенију атмосферу на часу, јер су ученици више мотивисана за рад и учење*) до 4,42 (скална вредност за тврдњу бр. 16: *Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује ефикасније праћење и објективно оцењивање рада ученика*).

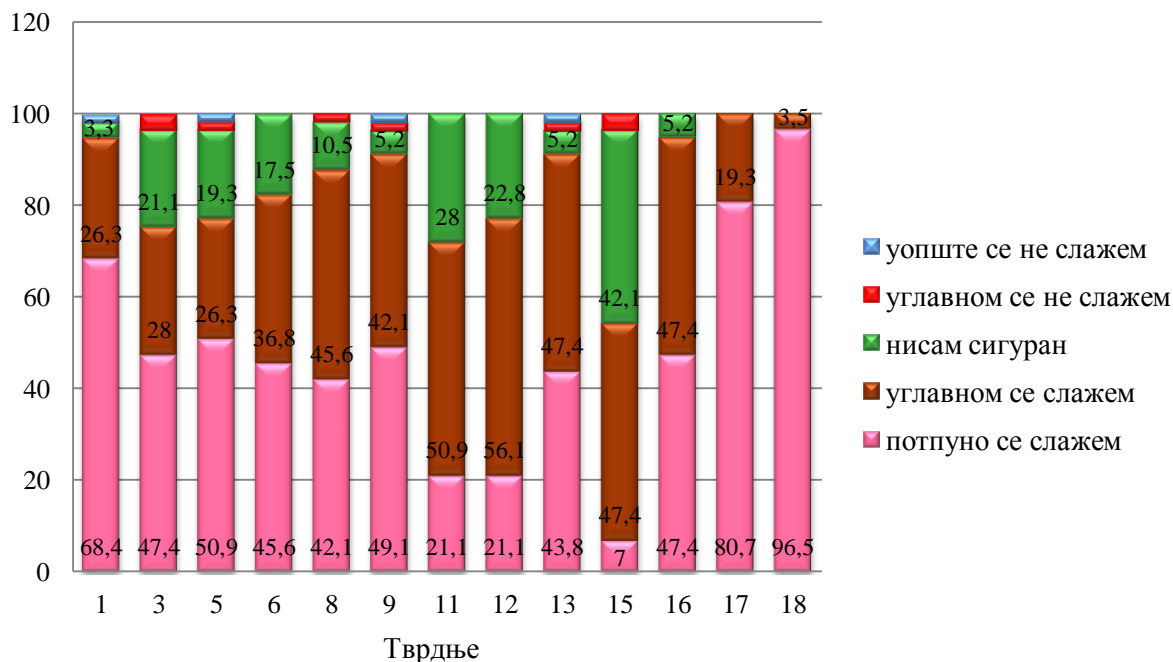
Најмање прихваћене тврдња о примени електронског уџбеника у настави биологије су негативне тврдње, од којих најмању скалну вредност (1,37) има тврдња бр. 20: *Не постоји ни један ваљан разлог због кога би професоре биологије требало убеђивати да користе рачунар у настави.* Већина анкетираних професора (41 или 71,94%) се уопште не слаже са њом, док се њих 13 (22,8%) углавном не слаже. Само 2 професора (3,51%) се углавном слажу са овом тврдњом, а један професор (1,75%) нема јасан став о овој тврдњи.

Друга негативна тврдња са ниском скалном вредности (1,47) је тврдња бр. 2: *Не бих користио/ла рачунар у настави биологије.* Са њом се уопште не слаже 41 професор (71,94%), док се 10 професора (17,54%) углавном не слаже. Само 3 професора (5,26%) се углавном слажу да не би користили рачунар у настави биологије. Ни један професор биологије се није у потпуности сложио са овом тврдњом, а 2 професора немају јасан став у вези са овом тврдњом.

Негативна тврдња са ниском скалном вредности (1,84) је и тврдња бр. 19: *Класична настава биологије коју реализујем у школи је добра и без примене рачунара.* Чак 35 анкетираних професора (61,39%) се уопште не слаже са њом, 7 професора (12,38%) се углавном не слажу, док 4 професора (7,02%) нису сигурни да ли је настава коју изводе без примене рачунара добра.

И остале негативне тврдње су имале ниске скалне вредности које су се кретале у интервалу од 2,32 (за тврдњу бр. 4: *Ученици не схватају озбиљно учење градива када користе електронски уџбеник*) до 2,54 (за тврдњу бр. 4: *Примена електронског уџбеника у настави биологије смањује контакт између наставника и ученика*).

Како све негативне тврдње имају изразито ниску скалу вредност, ради боље прегледности, одговори на све позитивне тврдње (изражене у процентима) су представљене и на Графикону 13.



Графикон 13. Позитивни ставови професора о примени електронског уџбеника у настави биологије

Изложена анализа ставова професора биологије је показала, да је већина њих свесна значаја и позитивних ефекта примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији. Истовремено, још увек има професора који се одупиру осавремењавању наставе и који не желе да напусте свој дугогодишњи традиционални начин рада у настави биологије. Охрабрује податак да професори имају позитиван општи став према иновативном моделу наставе. То је добра основа за промене наставних метода и облика рада у укупној структури професора биологије у будуће.

Како би се детаљније анализирали општи ставови професора према примени иновативног модела наставе биологије, утврђен је укупан резултат за све тврдње за сваког професора на датој скали. За то израчунавање било је неопходно прво рекодирати податке за негативне тврдње (1→5 и 2→4), како би и оне биле укључене и да би добили што вернији приказ резултата (Табела 16).

Табела 16. Општи однос професора према примени електронског уџбеника у настави биологије

Интензитет става	Скална вредност (AS)	Број	%
Изразито негативан	до 1,5	0	0
Умерено негативан	1,51-2,5	0	0
Колебљив	2,51-3,5	8	14
Умерено позитиван	3,51-4,5	25	43,9
Изразито позитиван	4,51-5	24	42,1
Укупно		57	100

Анализом података из табеле уочава се да анкетирани професори имају позитиван општи став према иновативном моделу наставе биологије. Највише

професора (25 или 43,9%) има умерено позитиван, а незнатно мањи број (24 или 42,1%) изразито позитиван став према електронског уџбеника у настави биологије, док само 8 професора (14%) има колебљив општи став према примени електронског уџбеника. Ниједан професор није имао изразито или умерено негативан став о томе.

Пошто је уочено да постоје професори који немају јасан став о примени и значају савремених наставних средстава и помагала у настави биологије, урађена је Пирсонова корелација између година живота професора и њиховог општег става о примени иновативног модела у настави биологије. Резултати ове анализе приказани су у Табели 17.

Табела 17. Повезаност година живота професора биологије и њиховог општег става о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији

	Године живота професора
Општи став о примени иновативног модела наставе биологије	r = - 0,654
Број испитаника (N)	57
	p=0,0001**

p* < 0,05; p** < 0,001

Добијени резултати показују да постоји статистички значајна разлика између ове две варијабле и то за оба нивоа значајности (p=0,0001 < 0,05; p=0,0001 < 0,001). Вредност коефицијента Пирсонове корелације (r = - 0,654) указује да постоји негативна корелација између година живота професора биологије и њиховог општег става о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији.

Како би се сагледало, да ли године радног искуства професора утичу на њихов општи став о примени иновативног модела наставе, урађена је анализа коефицијента Пирсонове корелације (r). Добијени резултати су приказани у Табели 18.

Табела 18. Повезаност година радног стажа у настави и општег става професора о примени иновативног модела наставе биологије у гимназији

Општи став о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије	Године радног стажа
	r = - 0,642
Број испитаника (N)	57
Значајност	p=0,0001**

p* < 0,05; p** < 0,001

Добијени резултати показују да постоји статистички значајна разлика између ове две варијабле, за оба нивоа значајности (p=0,0001 < 0,05; p=0,0001 < 0,001). Пирсонов коефицијент има негативну вредност (r = -0,642), која указује на негативну корелацију између датих варијабли.

На основу резултата анкете, на општи став професора о примени иновативног модела наставе биологије (примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији), утичу њихове године живота и године радног искуства у настави. Млађи

професори, са краћим педагошким стажом имају позитивније ставове о примени иновативног модела у настави биологије. То је и разумљиво, јер су млађи професори током свог целокупног образовања имали у почетку факултативно, а затим и обавезно информатичко образовање које они и даље усавршавају и прате новине у тој области. Старији професори, годинама раде по одређеном систему (шаблону), који према њиховом мишљењу даје добре резултате. Због тога су они сумњичави према иновативном моделу наставе. То није случај само у нашим школама. У истраживању [134], које је спроведено у 25 европских држава испољен је изузетно висок ниво скептицизма професора према примени информационо-комуникационих технологија у настави. Највише професора који сумњају у позитивне ефекте нових технологија у настави је у Шпанији (52%), затим Шведској (48%) и Ирској (47%). Иза њих следе професори из Мађарске (33%), Француске (32%), Аустрије (28) и Финске (27%). Један од разлога за то су и године живота професора, односно што је старији наставни кадар, њихов скептицизам према коришћењу информационо-комуникационих технологија у настави је већи.

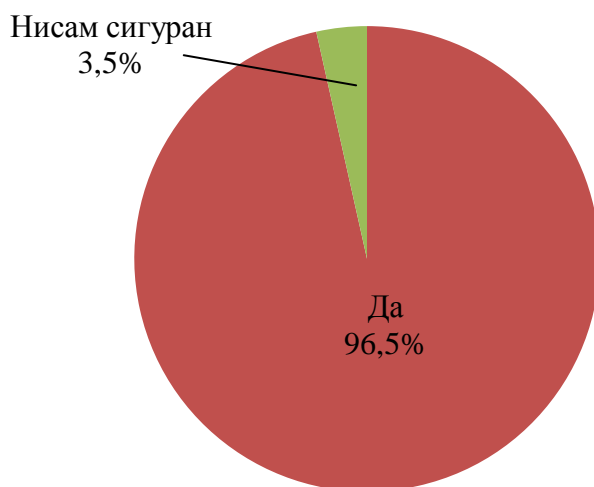
Испитивањем корелација између појединих контекстуалних варијабли професора биологије (године старости и године радног искуства) и њиховог општег става о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије **реализован је десети задатак истраживања.**

Истовремено је **потврђена шеста хипотеза истраживања (Х6)**, према којој се очекује постојање корелација између појединих контекстуалних варијабли професора биологије и њиховог општег става о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије.

Спроведено истраживање је показало да је највећи број професора биологије који раде у гимназији оспособљен за коришћење рачунара у настави. Објашњење за овакве резултате је широка примена рачунара у свим сферама савременог живота, па самим тим и у образовању. Данас је тешко замислити било какав посао без коришћења рачунара. Због тога су професори, као и већина чланова друштва прихватили ову чињеницу и користе рачунаре за различите свакодневне потреба, а самим тим и у настави. Што се професори буду више оспособљавали за коришћење савремених наставних средстава и помагала у настави, биће позитивнији и њихови ставови о примени иновативних модела у настави. Зато је неопходно интензивирати њихово информатичко усавршавање, како би примена рачунара била адекватно заступљена у настави биологије и других предмета. Тиме би се задовољили основни стандарди савременог образовања везани за његову информатизацију и омогућила већа примена рачунара и електронских уџбеника у настави већине наставних предмета и образовању у целини. Њиховим коришћењем у настави се повећавају квантитет и квалитет знања ученика. Повећање активности ученика у процесу стицања знања применом мултимедије у најширем смислу речи, повећава постигнућа ученика у настави. Ово је потврђено и у истраживањима која су се односила на наставу биологије. Остварени ефекти примене мултимедије у настави биологије су анализирани у радовима: Грујичић и Миљановић [39]; Терзић и Миљановић [135]; Одачић и сар., [136]; Županec et all [137]. Да професори биологије имају позитивне ставове према компјутерски подржаном учењу у настави биологије наведено је и у раду Županec et all. [138].

4.8 2. Спремност професора за увођење иновативног модела у наставу биологије

Резултати анкете за професоре биологије о примени рачунара и електронског уџбеника у настави биологије су показали да професори имају позитиван општи став о примени иновативног модела у настави биологије. Да би испитали њихову спремност да га примењују у свом раду, професорима је постављено питање које се односило на то да ли би прихватили реализацију наставних садржаја из биологије применом електронског уџбеника, уколико би га имали на располагању (Питање бр. 4). Њихови одговори (изражени у процентима) су приказани на Графикону 14.



Графикон 14. Спремност професора да користе електронски уџбеник у настави биологије у гимназији

Већина анкетираних професора (55 или 96,5%) би користила интерактивни електронски уџбеник за реализацију наставних садржаја из биологије у гимназији, док 2 професора (3,5%) немају јасан став о томе. Важно је истаћи да ниједан професор није изјавио да не би користио електронски уџбеник, када би за то имао могућности.

Резултати анкете за професоре о значају примене рачунара и електронског уџбеника у настави биологије у гимназији су слични резултатима добијеним у другим истраживањима. Истраживање спроведено у Малезији [139], обухватило је 304 наставника математике у основним школама. Резултати анкете су показали да се 76% наставника у потпуности или делимично слажу да употреба електронских уџбеника олакшава учење, 59,9% да доприносе већој успешности на тестовима знања, а њих 79,3% се делимично или у потпуности слаже да је учење уз коришћење електронског уџбеника занимљивије. У Малезији наставници већ користе електронске уџбенике у настави математике и то свакодневно, више од три сата (12,5%), мање од једног сата (57,6%), док се 29,9% наставника још увек опире процесу модернизације наставе применом електронских уџбеника. Добијен је охрабрујући податак да 73,5% наставника спремно да се информатички усавршава, како би могли да користе у настави најновије математичке апликације.

Истраживање спроведено у Републици Српској [140], у које је било укључено 130 наставника у основним школама, показало је да испитаници са мањим педагошким

искуством боље познају рад на рачунарима и примену образовних рачунарских софтвера у настави. Чак 92,31% испитаника је изјавило да примена образовног рачунарског софтвера има позитиван утицај на успешну индивидуализацију наставе природе и друштва, што је битна компонента повећања квалитета наставе. Такође је уочено да наставници сматрају да оваква врста наставе позитивно утиче на квалитет рада и мотивацију ученика, за чију је успешност „веома важна стална повратна веза која представља основу ОРС-а“ [140].

Истраживање Метовић [133], које је било укључено 33 наставника основних школа, показано је да се 43% анкетираних наставника у потпуности слаже са тврдњом: Примена образовног софтвера у наставном процесу позитивно утиче на повећање мотивисаности ученика и наставника за наставне активности у основној школи, док се њих 24% делимично слаже са њом. На основу резултата анкете 58% наставника се у потпуности слаже са тврдњом: Примена савремених наставних средстава доводи до видљивих промена у квалитету наставе, док се њих 26% делимично слаже са њом.

Резултати анкете добијени у овом истраживању су упоредиви и сагласни са резултатима добијеним у већ поменутих истраживањима, као и у другим истраживањима [141, 142, 143]. Анализом ставова професора о значају примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији **реализован је девети задатак истраживања.**

Истовремено је **потврђена пета хипотеза истраживања (Х5)** којом се очекују позитивни ставови и мишљења професора биологије о примени електронског уџбеника у настави биологије.

Резултати анкете за професоре биологије који раде у гимназијама у Републици Србији су показали да су они свесни свих предности које доноси примена рачунара и електронског уџбеника у настави биологије. Они су исказали позитивне опште ставове о примени овог иновативног модела наставе, као и да су оспособљени и спремни за примену електронског уџбеника у наставном процесу. Основни проблем за његову примену у настави је то што у Републици Србији још увек не постоје електронски уџбеници који прате наставни програм појединих предмета, укључујући и биологију. Због тога Министарство просвете, попут других земаља, треба да подржи осавремењавање и модернизацију уџбеника, и да у најскорије време, донесе одлуку о изради електронских уџбеника. То би омогућило да и наши ученици имају исти квалитет наставе као и ученици у развијеним земљама. Наши професори који раде у гимназији су спремни за ту велику промену у образовању и могу се укључити и у израду електронских уџбеника и других наставних материјала [144]. Захваљујући њиховом огромном педагошком искуству, на тај начин би се избегле многе методичке грешке при изради електронских уџбеника.

У исто време, електронски уџбеници морају бити компатибилни са развојем нових информационо-комуникационим технологија, како би се њиховим коришћењем остварили што бољи ефекти у настави. Са друге стране и професори морају да прате развој тих технологија, како би могли правилно да користе електронске уџбенике у настави. Због тога је неопходно њихово стално усавршавање, не само стручно, већ и информатичко. Иницијално образовање професора не може да им обезбеди сва потребна знања и умења која би им омогућила да одговоре на бројне и комплексне захтеве наставничке професије у друштву које се веома брзо мења [145]. У нашој земљи постоји „општи оквир за ваљан систем усавршавања наставника (законски оквир), али је неопходно променити начин његове операционализације, направити концепцијски нови каталог програма усавршавања који ће бити конструисан на принципима континуираног професионалног развоја наставника“ [146]. При том, информатичко

усавршавање професора мора постати део обавезног усавршавања, што нажалост није уврштено ни у нови Правилник о сталном стручном усавршавању наставника, васпитача и стручних сарадника (*Службени гласник Републике Србије, бр.86/2015*) [147]. Тек када информатичко усавршавање наставника буде плански организовано, можемо очекивати модернизацију наставе у нашим школама и примену нових информационо-комуникационих технологија и електронских уџбеника у наставни процес.

5. ЗАКЉУЧАК

Савремено образовање треба да прати развој друштва кога одликује велики број нових информација и велика брзина њихове размене путем нових информационо-комуникационих технологија. Због тога се постављају нови циљеви образовања који треба да омогуће да се ученици што ефикасније укључе у токове савременог живота. Све ове промене прате дидактика и методике наставе појединачних наставних предмета трагајући за савременим моделима наставе који повећавају њену ефикасност и квалитет. Један од тих модела су интерактивни електронски уџбеници који се увелико користе у развијеним земљама. Њихова израда и коришћење у нашој земљи су на самом почетку.

За потребе израде ове докторске дисертације, направљен је интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, а затим коришћен у наставној пракси у експерименталној групи, док се настава у контролној групи одвијала на уобичајен традиционалан начин. *Циљ истраживања* је био да се утврди ефикасност примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу. На основу педагошког истраживања које је спроведено на узорку од 167 ученика (85 ученика у Е групи од и 82 ученика у К групи), изведени су следећи закључци:

1. Ученици експерименталне (Е) групе су садржаје наставне теме *Основи молекуларне биологије* реализовали применом интерактивног електронског уџбеника индивидуалним обликом рада. Ученици контролне (К) групе су исту наставну тему реализовали традиционалном наставом (вербално-текстуалним и демонстративно-илустративним наставним методама и фронталним обликом рада).
2. Ученици Е и К групе су пре обраде садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије*, непосредно након њене реализације и 75 дана након завршетка истраживања тестирани истим инструментима (тестовима за објективну проверу знања и умења). Питања на тестовима (иницијалном, финалном тесту и ретесту) су обухватала три когнитивна домена: познавање чињеница (I ниво), разумевање појмова (II ниво) и примена знања (III ниво).
3. На почетку педагошког истраживања извршено је уједначавање Е и К групе на основу претходног знања из биологије *иницијалним тестирањем*. Ученици обе групе су на иницијалном тесту остварили најбољи успех на I нивоу знања (познавање чињеница): ученици Е групе 92,97%, а ученици К групе 94,1% од максималног броја поена; ученици Е групе су на II нивоу знања постигли 74,72%, а ученици К групе 75,17% од максималног броја поена; обе групе ученика су постигле најслабији успех на III нивоу знања (ученици Е групе 35,2%, а ученици К групе 34,97% од максималног броја поена). Укупно постигнуће ученика Е групе на иницијалном тесту у целини износило је 68,34 поена, а ученика К групе 68,79 поена. Разлика у броју поена између ученика Е и К групе на иницијалном тесту није статистички значајна, како на појединачним когнитивним нивоима ($p_I=0,23>0,05$; $p_{II}=0,713>0,05$ и $p_{III}=0,866>0,05$), тако ни на тесту у целини ($p=0,681>0,05$).
4. Статистичка обрада резултата *финалног теста* је показала да су ученици Е групе остварили бољи успех од ученика К групе. Ученици обе групе су постигли најбољи успех на I нивоу знања (ученици Е групе 96,03%, а ученици

- К групе 91,63% од максималног броја поена); на II нивоу знања ученици Е групе постигли су 84,72%, а ученици К групе 79,9% од максималног броја поена; највећа разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту је на III когнитивном нивоу (ученици Е групе остварили су 73,17%, а ученици К групе 40,97%). На тесту у целини, ученици Е групе су показали веће знање (84,65%) од ученика К групе (71,74%). Статистичком обрадом резултата финалног теста утврђено је да су разлике у постигнућу ученика Е и К групе на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини статистички значајне на оба нивоа значајности (0,05 и 0,001): $p_I=0,0001$, $p_{II}=0,0001$ и $p_{III}=0,0001$ и на тесту у целини $p=0,0001<0,05<0,001$.
5. Резултати финалног теста су потврдили већу ефикасност наставе биологије уз примену електронског уџбеника у односу на традиционалну наставу, нарочито на когнитивном домену примена знања.
 6. Провера *ретенција знања* ученика 75 дана након финалног тестирања, је показала постојање разлика у постигнућу ученика Е и К групе. Ученици Е групе су остварили бољи успех на ретесту на сва три нивоа знања и на тесту у целини. Најбољи успех ученици обе групе су остварили на I нивоу знања (ученици Е групе 93,63% бодова, а ученици К групе 88,63% бодова). На II нивоу разлике је још већа (ученици Е групе 84,15% бодова, а ученици К групе 76,27%). Највећа разлика у постигнућу ученика је била на III нивоу (ученици Е групе 72,47% бодова, а ученици К групе 37,73% бодова). На ретесту у целини ученици Е групе су остварили просечно 83,49% бодова, а ученици К групе 68,42% бодова. Разлике у постигнућу ученика Е и К групе, за сва три когнитивна нивоа и на ретесту у целини су статистички значајне за оба нивоа значајности (0,05 и 0,001): $p_I=0,0001$, $p_{II}=0,0001$ и $p_{III}=0,0001$ и на тесту у целини $p=0,0001<0,05<0,001$.
 7. Резултати ретеста су потврдили већу трајност (квалитет) знања из биологије усвојеног применом електронског уџбеника у односу на знање стечено традиционалним метода рада у настави биологије.
 8. Упоредном анализом постигнућа ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту, уочено је да примена електронског уџбеника нема значаја на трајност знања I нивоа (познавања чињеница), јер разлика између група није статистички значајна ($p=0,213>0,05$). На питањима II когнитивног домена разлика у постигнућу ученика Е и К групе је статистички значајан за оба нивоа значајности ($p=0,0001<0,05<0,001$). На питањима III когнитивног домена разлика у постигнућу ученика Е и К групе је статистички значајан за оба нивоа значајности ($p=0,0001<0,05<0,001$).
 9. Бољи успех ученика Е групе, који је изражен у квантитету и квалитету њиховог знања из биологије на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе показује да иновативни модел наставе (примена електронског уџбеника током реализације наставне теме *Основи молекуларне биологије*), активира и мотивише ученике у процесу креативног стицања знања из биологије.
 10. Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту је резултат примене електронског уџбеника и индивидуалног облика рада у настави биологије.
 11. Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе препоручује израду и коришћење електронских уџбеника не само у настави биологије, већ и других наставних предмета.

12. Ученици Е групе су изнели позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије. То показује да ученици гимназије прихватају иновативан модел рада као и да су заинтересовани за учење биологије на овај начин.
13. Негативна мишљења ученика о примени електронског уџбеника у настави биологије су била углавном повезана са већом дисциплином и већом заступљеношћу самосталног рада на часовима за које неки ученици нису још увек спремни. Како би се ово превазишло, потребно је код ученика у што ранијем узрасту, развијати свест о значају образовања. Тек тада ће неким ученицима на часовима бити важније знање које стичу, од опуштене забавне атмосфере на часу.
14. У одељењима постоје и ученици који не прате и не воле ИКТ. Због тога је неопходно пронаћи модел наставе који би задовољио интересовања и таквих ученика.
15. Наставници биологије који раде у гимназији имају такође позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије. Млађи наставници са мањим радним искуством у настави имају позитивније опште ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије.
16. У нашим гимназијама предаје и мали број професора код којих постоји одређена доза скептицизма према примени електронског уџбеника у настави биологије и његовим позитивним ефектима у наставном процесу. Због тога је неопходно увођење сталног информатичког усавршавања професора, како би се упознали са могућностима и начином примене ИКТ у настави.
17. Иако у нашој земљи још увек не постоје интерактивни електронски уџбеници који прате наставне програме појединачних предмета, резултати истраживања препоручују њихову већу заступљеност у савременој настави биологије и других предмета у гимназији. Ученици и наставници биологије су спремни за увођење овог иновативног модела наставе.
18. Очекује се израда и коришћење електронских уџбеника и у нашим школама у најскорије време. До тада је неопходно опремити учионице и кабинете у нашим школама савременим наставним средствима и помагалима, у првом реду рачунарима.
19. Неопходно је такође стално стручно, методичко и информатичко усавршавање наставника биологије за примену ИКТ у настави биологије.

Резултати добијени током израде ове докторске дисертације упућују на даља истраживања у првом реду примени електронских уџбеника и у настави других природних и друштвених наука, као и на свим нивоима образовања, почев од нижих разреда основне школе. Такође би било пожељно додатно анкетирање ученика и професора о могућностима побољшања графичког корисничког интерфејса, што би имало велики утицај на повећање прихваћености електронског уџбеника од стране професора и ученика.

Педагошке импликације

Примена електронских уџбеника може врло брзо довести до повећања ефикасности наставе биологије и других предмета. Њихово увођење у образовни систем на свим нивоима образовања и код нас се очекује у најскорије време. Да би били спремни за овај иновативни модел наставе, педагошке импликације овог истраживања се односе на:

- Стицање знања већег квантитета и квалитета и повећање ретенције биолошких садржаја који ће се користити у реалним животним ситуацијама.
- Подстицање сложених мисаоних активности ученика, развој мотивације и интересовања за проучавањем не само биологије, већ и других природних наука.
- Оспособљавање ученика да проблеме решавају применом различитих знања.
- Развијање одговорности ученика за резултате властитог рада и напредовања у учењу.
- Развијање одговорности ученика за очување сопственог здравља и здравља других, као и разуман однос према природи и њеним вредностима.
- Лакше праћења редовне наставе ученицима са посебним потребама и њихово укључивање у редовну наставу.
- Прихватање коришћења електронског уџбеника у настави биологије од стране ученика и професора и њихову већу заступљеност у настави.
- Увођење обавезног информатичког усавршавања за професоре биологије.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Мандић, Д., Лалић, Н., Банђур, В.: *Управљање иновацијама у образовању*, преузето 4.3.2015. са <http://www.pfb.unssa.rs.ba/Casopis/Broj910/24MandicLalicBandjur.pdf>
2. Наставни програм биологије, Завод за унапређење образовања и васпитања, преузето 4.6.2015. са <http://www.zuov.gov.rs/dokumenta/CRPU/Programi%20za%20gimnaziju%20PDF/12%20biologija.pdf>
3. Trifunović, S., Skorup, A., Gligorijević, S. (2013): Nove tehnologije i obrazovanje (neka pitanja), *Trendovi u poslovanju*, br.2/2013, str. 39-44, Visoka poslovna škola prof. dr Radomir Vojković, Kruševac.
4. Станисављевић-Петровић, З. (2009): Улога наставника и примена образовне технологије у школи, Зборник радова 5. међународног симпозијума *Техника и Информатика у образовању*, I део, ФТН, ЦНТИ, ПМФ, Институт за педагошка истраживања, Нови Сад, Београд, Чачак.
5. Даниловић, М. (2009): Један свет, једна школа – глобализација образовања и нужност доживотног учења - визија школе будућности, Зборник радова 5. међународног симпозијума *Техника и Информатика у образовању*, I део, ФТН, ЦНТИ, ПМФ, Институт за педагошка истраживања, Нови Сад, Београд, Чачак.
6. Malinić, D. (2009): *Neuspeh u školsko klupi*, Institut za pedagoška istraživanja, Beograd.
7. Будимир-Нинковић, Г. (2006): *Савремена породица и школа*, Учитељски факултет, Јагодина.
8. Мандић, Д. (2003): *Дидактичко-информатичке иновације у образовању*, Медиаграф, Београд
9. Lalović, Z. (2009): *NAŠA ŠKOLA, Metode učenja/nastave u školi*, Zavod za školstvo, Podgorica.
10. Ђорђевић, Ј. (1997): *Настава и учење у савременој школи*, Учитељски факултет, Београд.
11. Ђукић, М. (1995): *Дидактички чиниоци индивидуализоване наставе*, Универзитет у Новом Саду, Филозофски факултет, Одсек за педагогију.
12. Будимир-Нинковић, Г. (2007): Савремена образовна технологија и функције наставника, Зборник радова са 4. Међународног научног скупа *Технологија, Информатика, образовање- За друштво учења и знања*, стр.120-126, Институт за педагошка истраживања, Београд; Центар за развој и примену науке, технологије и информатике, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ПМФ, Нови Сад.
13. Даниловић, М. (2010):Техника, образовна технологија и информатика у функцији повећања ефикасности образовног процеса и процеса учења, Зборник радова са 3. Интернационалне конференције *Техника и Информатика у образовању*, стр.426-436, Технички факултет, Чачак.
14. Мандић, Д.: *Информационе технологије у савременој настави*, преузето 10.5.2015. са <http://www.edu-soft.rs/cms/mestoZaUploadFajlove/rad2 .pdf>
15. Грдинић, Б., Бранковић, Н. (2005): *Методика познавања природе и света око нас у наставној пракси*, Култура, Бачки Петровац.

16. Мандић, П.Ђ., Мандић, Д. (1997): *Образовна информациона технологија-Иновације за 21. век*, Учитељски факултет у Београду, Учитељски факултет у Ужицу, Учитељски факултет у Јагодини, Београд.
17. Ивков-Џигурски, А., Ивановић, Љ., Пашић, М. (2009): Могућности примене рачунара у модерној настави географије, Гласник српског географског друштва, преузето 14.8.2013. са <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0350-3593/2009/0350-35930901139I.pdf>
18. Mirzayantz Ђукић, М. (2011): Учење страног језика помоћу рачунара, Настава и васпитање, бр.4/2011:718-728, Педагошко друштво Србије, Београд.
19. <http://www.openequalfree.org/archives/ed-news/a-laptop-per-child-in-uruguay-revolutionizes-education> - посећено 2.10.2014.
20. Mustafa, R., Bilalli, B., Mustafa, K. (2013): Korišćenje informaciono-komunikacionih tehnologija u obrazovanju u zemljama u tranziciji, Zbornik radova naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem *Reinženjering poslovnih procesa u obrazovanju*, str.116-125, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka, Čačak.
21. Стратегија развоја информационог друштва, посећено 1.6.2015. на <http://www.ratel.rs/upload/documents/razno/Strategija%20razvoja%20informacionog%20drustva.pdf>
22. Мандић, Д. (2010): Knowledge Based Multimedia System for Teacher`s Education, in the book 9th WSEAS International Conference on *ARTIFICIAL INTELLIGENCE, KNOWLEDGE ENGINEERING AND DATA BASES (AIKED `10)*, pp.221-226, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom
23. Милошевић, М. (2007): Примена нових информационих технологија у процесу образовања, Педагошка стварност, бр.3-4: 388-386.
24. Savić, A., Gavrilović, J. (2010): Savremene informacione tehnologije u matematičkom obrazovanju, Zbornik radova sa 9. naučno-stručnog Simpozijuma *Infoteh-Jahorina*, Vol.9, Ref E-IV-13, str. 678-682, Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo.
25. Aleksić, V., Đokić, V., Vujičić, M. (2010): Korišćenje obrazovnog softvera i web sajtova u nastavi stranog jezika, Zbornik radova sa 3. Internacionalne konferencije *Tehnika i informatika u obrazovanju*, str. 647-652, Tehnički fakultet, Čačak.
26. McKnight, C., Dearnley, J. (2003): Electronic Book Use in a Public Library, *Journal of Librarianship and International Science* 35, преузето 15.5.2015. са сајта <http://www.ceserp.com/cp-jour/index.php?journal=ijls&page=index>
27. Lau, J. (2008): *Students` experience of using elektronic textbooks in different of education*, преузето 13.3.2015. са <http://fdt.library.utoronto.ca/index.php/fdt/article/view/4907/1768>
28. Правилник о стандардима квалитета уџбеника и упутство о њиховој употреби, Службени гласник Републике Србије-Просветни гласник, бр.1/2010.
29. Ивић, И., Пешикан, А., Антић, С. (2008): *Водич за добар уџбеник, Општи стандарди квалитета уџбеника*, Платонеум, Суботица.
30. Васиљевић, Д., Бојовић, Ж., Лакета, Н. (2011): *Електронски уџбеник и његове дидактичко- методичке вредности*, посећено 30.05.2015 на сајту <http://www.iet-c.net/publications/ietc2011-1.pdf>.

31. Павловић, Љ. (2013): Мултимедијални интерактивни електронски уџбеник, *Нова школа*, број XI, Педагошки факултет, Бјељина, преузето 30.10.2014. са сајта <http://www.pfb.unssa.rs.ba/Casopis/Broj11/CasopisBr11.htm>
32. Laketa, S., Drakulić, D., Đurović, Lj., Likić, S. (2013): Razvoj elektronskog udžbenika u nastavi matematike, Zbornik radova naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem *Reinženjering poslovnih procesa u obrazovanju*, str.203-206, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka, Čačak.
33. <http://www.csmonitor.com/Books/chapter-and-verse/2011/0706/In-South-Korea-all-textbooks-will-be-e-books-by-2015>
34. <http://www.theguardian.com/world/2009/jun/09/arnold-schwarzenegger-school-textbooks-ebooks>
35. <http://www.rep.hr/vijesti/tehnolozijske/carnet-eksperimentalno-uvodi-digitalne-udzbenike/4696/> -poseћeno 1.10.2014.
36. <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2015/08/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD-%D0%BE-%D1%83%D1%9F%D0%B1%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BC%D0%B0.pdf>
37. Vasiljević, D., Laketa, N., Bojović, Z. (2012): Towards new forms of textbooks, *Learner-Teacher-Research in Srebian-Slovak Education Environment*: 163-172, Consantine the Philosopher University in Nitra, Faculty of Education, International Scientific Proceedings, Nitra.
38. Mayer, R. (2001): *Multimedia learning*, Cambridge University Press, New York, USA.
39. Грујичић, М., Миљановић, Т. (2005): Утицај савремених дидактичких медија на ефикасност наставе биологије, *Настава и васпитање*, 4-5: 327-337.
40. Драгичевић, С., Вукајловић, А. (2006): Примена мултимедијалних презентација у настави Термодинамике, Зборник радова са научно-стручне конференције *Техничко (технолошко) образовање у Србији*, стр.338-346, Технички факултет, Чачак.
41. Терзић, Ј., Миљановић, Т. (2009): Ефикасност примене мултимедије у настави биологије у гимназији, *Настава и васпитање*, 1, 5-14, Београд.
42. Županec, V., Miljanović, T., Pribičević, T. (2013): Effectiveness of computer assisted learning in biology teaching in primary schools in Serbia, *Journal of the Institute for Educational Research*, 45 (2): 422-444.
43. Мандић, Д., Лалић, Н., Банђур, В.: *Управљање иновацијама у образовању*, преузето 4.3.2015. са <http://www.pfb.unssa.rs.ba/Casopis/Broj910/24MandicLalicBandjur.pdf>
44. Шикл, А. (2011): Савремена образовна технологија: ефекти примене мултимедија у настави, Зборник радова са 6. Међународног симпозијума *Технологија, Информатика и образовање за друштво учења и знања*, Технички факултет, Чачак, преузето 14.10.2014. [http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/2\)%20Pedagoske%20dimenzije%20drustva%20ucenja%20i%20znanja/PDF/224%20Andrijana%20Sikl.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/2)%20Pedagoske%20dimenzije%20drustva%20ucenja%20i%20znanja/PDF/224%20Andrijana%20Sikl.pdf)
45. Matasić, I., Dumić, S.(2012): *Medijska istraživanja, Vol.18*, str.143-151, Naklada Medijska Istraživanja, Zagreb.
46. Терић, Ј. (2014): Електронски уџбеници у савременом образовању, Зборник радова са 4. научно-стручног скупа са међународним учешћем *Технолошке*

- иновације-генератор привредног развоја, стр.291-299, Савез иноватора Републике Српске, Бања Лука.
47. <http://www.pomak.org.rs/sr/besplatni-elektronski-udzbenici>-посећено 2.10.2014.
 48. Lin, C.-C. (2010): „E-book flood“ for changing EFL learners`reading attitudes, *US-China Education Review*. Vol.7:36-43.
 49. Maynard, S., McKnight, C. (2001): Electronic books for children in UK public libraries, *The Electronic Library*, 19(6):405-424, преузето 21.01.2016. ca https://www.researchgate.net/publication/220676991_Electronic_books_for_children_in_UK_public_libraries
 50. Letchumanan, M., Tarmizi, A.R. (2010): Utilization of e-book among University Mathematics Students, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8: 580-587, преузето 21.1.2016. ca https://www.researchgate.net/publication/251713154_Utilization_of_e-book_among_University_Mathematics_Students
 51. Hwang, J.Y., Jayhoon, K., Boram, L., Hwan, K.J. (2014): Usage patterns and perception toward e-book: experiences from academic libraries in South Korea, *The Electronic Library*, Vol.32/4: 522-541, преузето 21.1.2016. ca <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/EL-11-2012-0150>
 52. Shimizu, W., D`Ambra, J., Drummond, R. (2014): Exploring the fit of e-books to the needs of medical academics in Australia, *The Electronic Library*, Vol. 32/3: 403-422, преузето 21.1.2016. ca <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/EL-09-2012-0118?journalCode=el>
 53. Васиљевић, Д. (2013): Од класичног до електронског уџбеника, *Иновације у настави*, XXVI, 2013/3, стр.60-68, Учитељски факултет, Београд.
 54. Шпановић, С. (2008): *Дидактичко обликовање уџбеника: Од откривајућег вођења до самоусмереног учења*, Савез педагошких друштава Војводине, Нови Сад.
 55. Španović, S. (2010): Pedagogical Aspects of E-textbooks, *Odgojne znanosti* 12 (2010), No.2, str. 459-470, Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Zagreb.
 56. Đurović, L.J., Božović, K. (2012): Elektronski udžbenik u osnovnoj školi, *Zbornik radova sa 4. Internacionalne konferencije Tehnika i informatika u obrazovanju*, Univerzitet u Kragujevcu, Tehnički fakultet, Čačak.
 57. Toroman, A., Bajramović, E. (2013): Pобољшање nastavnog procesa primjenom informaciono-komunikacionih tehnologija, *Zbornik sa 8. Naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Kvalitet 2013“*, Neum, преузето 14.1.2016. ca <http://www.quality.unze.ba/zbornici/QUALITY%202013/065-Q13-058.pdf>
 58. Unkić, F., Šabanović, M. (2009): E-learning kao sredstvo unapređewa kvaliteta vaspitno-obrazovnog procesa u školama, *Zbornik radova sa 6. Naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Kvalitet 2009“*, Neum, преузето 13.01.2015. sa <http://www.quality.unze.ba/zbornici/QUALITY%202009/122-Q09-167.pdf>
 59. Ercan, O. (2014): The effects of multimedia learning material on students` academic achievement and attitudes towards science courses, *Journal of Baltic Science Education*, 13/5, преузето 20.1. 2016. ca https://www.researchgate.net/publication/273446782_The_effects_of_multimedia_learning_material_on_students'_academic_achievement_and_attitudes_towards_science_courses
 60. Siegle, D., Foster, T. (2001): Laptop computers and multimedia and presentation softwere, Their effects on student achievement in anatomy and physiology,

- Journal of Research on Technology in Education* 34 (1), 29-37, преузето 20.1.2016. ca
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2001.10782331>
61. Kim, S., Yoon, M., Whang, S.M., Tversky, B., Morrison, J.B. (2007): The effect of animation on comprehension and interest, *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 260-270, преузето 20.1.2016. ca
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2006.00219.x/full>
62. Cheng, Y.H., Cheng, J.T., Chen, D. J. (2012): The Effect of Multimedia Computer Assisted Instruction and Learning Stile on Learning Achievement, *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*. 9 (1), 24-35, преузето 20.1.2015. ca
<http://www.wseas.org/multimedia/journals/information/2012/54-286.pdf>
63. Пардањац, М., Јокић, С., Елевен, Е. (2011): Дидактички аспекти наставе хемије реализоване путем образовног рачунарског софтвера „Сахариди“, Зборник са 6. Међународног Симпозијума *Технологија, Информатика и Образовање за друштво учења и знања*, Унивезитет у Крагујевцу, Технички факултет, Чачак, преузето 14.8.2013. ca
[http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/8\)%20Softveri%20u%20nastavi/PDF/802%20Marjana%20Pardanjac.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/8)%20Softveri%20u%20nastavi/PDF/802%20Marjana%20Pardanjac.pdf)
64. Prentović, B. (2014): Раčунар у функцији индивидуализације наставе математике, *Методички обзори* 9 (2014)1, No. 19, str. 23-34, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za obrazovawe učitelja i odgojitelja, Pula.
65. Марјановић, А. (2014): Експериментални резултати примене образовног софтвера „Машине и механизми“ у настави ТИО, Зборник радова 5. Конференције са међународним учешћем *Техника и Информатика у Образовању*, Факултет техничких наука, Чачак, преузето 1.5.2015. ca
<http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2014/PDF/209%20Marjanovic.pdf>
66. Hercegovac, S.(2013): Efekti primene multimedijalnog softvera u oblasti zaštite životne sredine za 5. razred, *Zbornik radova Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem*: 171-179, Fakultet tehničkih nauka, Čačak.
67. Krstić, K. (2014): Rad nastavnika u novom IT okruženju, *Zbornik radova sa 5. Konferencije sa međunarodnim učešćem Tehnika i informatika u obrazovanju*, Univerzitet u Kraljevu, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, преузето 14.01.2015. sa
<http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2014/PDF/414%20Krstic.pdf>
68. Danilović, M. (2011): Nastavnik kao uzor, model, idol, ideal, simbol, vrednost tj. mera, savršenog i svestrano obrazovnog čoveka, *Zbornik radova sa 6. Međunarodnog Simpozijuma Tehnologija, Informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja*, Tehnički fakultet, Čačak, преузето 15.01.2015. sa
[http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/1\)%20Uvodni%20referati/PDF/101%20Danilovic%20-%20Nastavnik%20kao%20uzor.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/1)%20Uvodni%20referati/PDF/101%20Danilovic%20-%20Nastavnik%20kao%20uzor.pdf)
69. Budimir-Ninković, G. (2007): Savremena obrazovna tehnologija i funkcije nastavnika, *Zbornik radova sa 4. Međunarodnog skupa Tehnologija, Informatika i Obrazovanje za društvo učenja i znanja*, Tehnički fakultet, Čačak, посећено 1.3. 2013. на <http://www.scribd.com/doc/29657331/savremena-obrazovna-tehnologija-i-funkcije-nastavnika#scribd>
70. Влајковац, З. (2012): Улога наставника у компјутерско-информативној настави, *Годишњак за 2012.годину Српске академије за образовање*, посећено 13.1.2016. на

- [http://www.sao.org.rs/documents/2012/Skup_u_Uzicu/26%20R%20I%20ZORIC A%20VLAJKOVAC.pdf](http://www.sao.org.rs/documents/2012/Skup_u_Uzicu/26%20R%20I%20ZORIC%20A%20VLAJKOVAC.pdf)
71. Радивојевић, Д. (2012): Наставник као персонализујући фактор успешне индивидуализације наставе природе и друштва, *Нова школа*, год.VII, бр. 9/10, стр.173-186, Педагошки факултет, Бијељина.
 72. Стојановић, А. (2008): Компетенције наставника у светлу промена у савременом образовању, *Иновације у настави*, XXI, 2008/1, стр.61-69, Учитељски факултет, Београд.
 73. Николић, Р. (2008): Савремене улоге и компетенције наставника, *Иновације у настави*, XXI, 2008/1, стр.80-87, Учитељски факултет, Београд.
 74. Прушевић-Садовић, Ф., Трговац-Дедић, А., Шеховић, С. (2014): Особине и улоге наставника у савременој настави, *Норма*, вол.19, бр.2, стр. 293-298, Универзитет у Новом Саду, Педагошки факултет, Сомбор.
 75. Акран, Ј. Р. (2001): Issues Associated with Inserting Computer Simulations into Biology Instruction: A Review of Literature, *Electronic Journal of Science Education*, vol.5, No.3, Texas Christian University, USA.
 76. http://www.nature.com/nature_education/interactive_textbooks
 77. <http://eowilsonfoundation.org/e-o-wilson-biodiversity-foundation-releases-innovative-ibooks-textbook-e-o-wilsons-life-on-earth/> посећено 2.4.2014.
 78. <http://www.apple.com/itunes/download/> посећено 1.6.2015
 79. <http://www.mikroknjiga.rs/store/prikaz.php?ref=978-86-85895-14-6>
 80. <http://www.gcflearnfree.org/powerpoint2007>
 81. <http://www.labnol.org/software/ms-paint-tips/9305/>
 82. <http://microsoft-office-picture-manager.software.informer.com/>
 83. <https://sourceforge.net/p/audacity/news/2011/04/audacity-sound-editor-1313-released/>
 84. https://www.utoledo.edu/education/centers/carver/pdf/Windows_Live_Movie_Maker_Guide.pdf
 85. <http://www.divxland.org/en/dms-changelog/>
 86. <http://hotpot.uvic.ca/> преузето 5.5.2011.
 87. Измене правилника о наставном плану посећено на http://www.gimnazijain.edu.rs/site/images/podaci/Dokumenti/Izмене_правилника_o_nastavnom_planu_27.10.2011.pdf
 88. Миљановић, Т. (2003): Пријемни испит из биологије као показатељ усвојености градива из средњошколског програма биологије, *Настава и васпитање*, 2-3: 168-178.
 89. Nelson, M. (2008): E-books in Higher Education: Nearing the End of the Era Hype?, *Educause Center for Applied Research*, vol.2008/1, преузето 20.5.2014, ca <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/erm0822.pdf>
 90. Karsenti, T.: *25 Main Benefits of the eBook*, Canada Research Chair on Technologies in Education, Université de Montréal, преузето 15.1.2015. ca http://karsenti.ca/25_ebook.pdf
 91. Mareco, D. The Future of Ebooks Preparing for Interactive Learning in Education, посећено 25.1.2016. на <http://www.securedgenetworks.com/blog/The-Future-of-eBooks-Preparing-for-Interactive-Learning-in-Education>
 92. Looney, M., Sheehan, M. Digitizing Education A Primer on Ebooks, преузето 13.11.2015. ca <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/erm0142.pdf>

93. Nolen, B. (2013): How Students Benefit from Learning with Ebooks, посећено 13.1.2016. на <https://www.southuniversity.edu/whoweare/newsroom/blog/How-Students-Benefit-from-Learning-with-Ebooks>
94. Garner, R. (2015): *Children`s reading `improves faster with ebooks`*, посећено 13.1.2016. на <http://www.independent.co.uk/news/education/education-news/emb-0000-children-s-reading-improves-faster-with-ebooks-a6765536.html>
95. Roskos, K., Burstein, K., Shang, Y., Gray, E. (2014): Young Children`s Engagement With E Book at School, посећено 14.1.2016. на <http://sgo.sagepub.com/content/4/1/2158244013517244>
96. Шпановић, С.: *Методологија научно-истраживачког рада*, преузето 10.6.2015. са <http://www.metodologija-naucno-istraivackog-rada%3Fdownload%3D364%3Ametodologija-nauno-istraivackog-rada1&ei=Tlm5VaL7KIWswHM7LyIBg&usg=AFQjCNHou8L2NqMFxq9injeY8twGsn24qQ>
97. Брковић, А.(2000): *Развојна психологија*, Универзитет у Крагујевцу, Учитељски факултет, Ужице.
98. Мужих, В. (1973): *Методологија педагошког истраживања*, Завод за издавање уџбеника, Сарајево.
99. Allport, G.W. (1935): Attitudes, *Handbook of social psychology*, In C. Murchison (Ed.), 798-844, Clark University Press, Worcester, USA.
100. <http://www.socialresearchmethods.net/kb/scallik.php> / - посећено 11.5.2015.
101. Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): *Биологија за IV разред гимназије природно-математичког смера*, Завод за уџбенике, Београд.
102. Rockinson-Szapkiw, A.J., Holder, D., Dunn, R. (2011): *Motivating students to learn: Is there a difference between traditional books and e-books?* In Proceedings of Global Learn Asia Pacific 2011 (235-239), преузето 15. 05.2015. са <http://www.editlib.org/p/37178>
103. Nwafor, O., Charity, A.O. (2013): Application of Computer in Nigerian Education for Scientific and Technological Development, *Internacional Journal of Institute for Empirical Research and Susrainable Development*, Vol.9: 7-14, преузето 21.01.2016. са <http://iiersd-research.org/emat/JEkiti.pdf>
104. Yusuf, O. M., Afolabi, O. A. (2010): Effects of Computer Assisted Instruction (CAI) on Secondary Scool Students` Performance in Biology, *The Turkish Online Journal of Educational Tehnology*, Vol.9/1: 62-69, преузето 22.1.2016. са <http://www.tojet.net/articles/v9i1/918.pdf>
105. Odadžić, V., Odadžić, B., Miljanović T. (2015): Use of multimedia to teach Grammar School Cell Biology, *Zbornik radova/International Conference on Information Technology and Development of Education ITRO 2015*, [26] June 2015, Zrenjanin, pp 140-144.
106. Tareef, B.A. (2014): The Effects of Computer-Assisted Learning on the Achievement and Problem Solving Skills of the Educational Statistics Students, *European Scientific Journal*, Vol.10/28: 271-279, преузето 22.1.2016. са [file:///D:/Documents/Downloads/4400-12883-1-PB%20\(1\).pdf](file:///D:/Documents/Downloads/4400-12883-1-PB%20(1).pdf)
107. Aleksić, V., Đokić, V., Vujičić, M. (2010): Korišćenje obrazovnog softvera i WEB sajtova u nastavi stranih jezika, *Zbornik radova sa 3. Internacionalne konferencije Tehnika i informatika u obrazovanju*, str. 347-352, Univerzitet u Kraгујевцу, Tehnički fakultet, Čačak.

108. Soleša, D., Grljak, Đ.: *Digitalna generacija i realnost u obrazovanju*, преузето 19.01.2016. са <http://www.pef.uni-lj.si/atee/978-961-6637-06-0/689-695.pdf>
109. Миљановић, Т. (2001): Ефикасност активног учења биологије у односу на традиционалну наставу, *Настава и васпитање*, 3-4: 347-355.
110. Трнавац, Н., Ђорђевић, Ј. (2007): *Педагогија*, Научна књига, Београд.
111. Niklanović, M., Miljanović, T., Pribićević, T. (2014): Efficiency of interdisciplinary learning of ecology contents in gymnasium, *Archives of Biological Sciences*, 66 (3), 1291-1297.
112. Мандић, Д: *Образовање на даљину*, преузето 10.5.2015. са http://www.edu-soft.rs/cms/mestoZaUploadFajlove/rad1_.pdf
113. Миљановић, Т. (2001): Важни предуслови за промене у начину рада и постизање већег успеха у настави биологије, *Педагошка стварност* 5-6: 388-396.
114. Миљановић, Т. (2003): *Активно учење биологије*, ПМФ, Департман за биологију и екологију, Нови Сад.
115. Миленковић, Ј. (2012): *Информационе технологије у настави у Србији и Данској- компаративна анализа*, мастер рад, Универзитет у Београду, Математички факултет, Београд.
116. Терзић, Ј., Миљановић, Т., Жупанец, В., Прибићевић, Т. (2015): Ставови ученика о примјени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији, *Васпитање и образовање*, бр.3: 91-106, Подгорица.
117. Терић, Ј. (2014): Иновирање савремене наставе биологије по мери ученика, Зборник радова са 4. научно-стручног скупа са међународним учешћем *Технолошке иновације-генератор привредног развоја*, стр.329-337, Савез иноватора Републике Српске, Бања Лука.
118. Spencer, C. (2006): Research on learners' preferences for reading from a printed text or from a computer screen, *Journal of Distance Education*, 21(1), 33-50, ODLAA, Taylor & Francis, Abingdon, Oxford, UK.
119. Шевкушић, С., Миљановић, Т., Дракулић, В. (2005): Постигнуће ученика из биологије, у Антонијевић, Р. и Јањетовић, Д. *Timss 2003 у Србији*: резултати међународног истраживања постигнућа ученика основне школе из математике и природних наука, стр. 135-162, Институт за педагошка истраживања, Београд.
120. Дракулић, В., Миљановић, Т., Шевкушић, С. (2011): *Постигнуће ученика из биологије*, у С. Гашић-Павишић и Д. Станковић (ур.): *TIMSS 2007 у Србији*, 145-173, Институт за педагошка истраживања, Београд.
121. Annand, D. (2008): Learning Efficacy and Cost-effectiveness of Print Versus e-Book Instructional Material in an Introductory Financial Accounting Course, *Journal of Interactive Online Learning*, Vol.7, 152-164, The University of Alabama, the University of Texas at Tyler, and Miami University, USA.
122. Rowlands, I., Nicholas, D. (2008): Understanding information behaviour: how do students and faculty find books?, *Journal of Academic Librarianship*, Vol.34/1:3-15
123. The JISC National E-Books Observatory project посећено 22.1.2016. на <http://observatory.jiscebooks.org/>
124. Jamali, H. R., Nicholas, D., & Rowlands, I. (2010): Scholarly e-books: The views of 16,000 academics, *NewInformation Perspectives*, 61: 33-47, Aslib, London
125. Kissinger, J. (2013): The Social & Mobile Learning Experiences Of Students Using Mobile E-books, Online Learning: *Official Journal Of The Online*

- Learning Consortium*, Vol 17, No 1, посећено 12.5.2015. на сајту <http://olj.onlinelearningconsortium.org/index.php/olj/article/view/303>
126. Clark, D. T. (2009): Lending Kindle e-book readers: first results from the Texas A&M University project, *Collection Building*, 28(4), 146-149, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, UK.
 127. Kang, Y., Want, M.J., Lin, R. (2009): Usability evaluation of e-books, *Displays*, 30(2), 49-52, Elsevier, USA.
 128. Gunter, B. (2005): Electronic books: A survey of users in the UK, *Emerald Insight*, 57(6), 513-522.
 129. Дракулић, В., Миљановић, Т. (2010): Ставови ученика о примени програмиране наставе биологије уз помоћ компјутера у основној школи, у Гајић, О. и сар., *Европске димензије промена образовног система у Србији*, зборник радова/књига 6, стр. 215-232., Филозофски факултет, Нови Сад.
 130. Terzić, J. (2009): Stavovi i mišljenja učenika o primeni multimedije u nastavi biologije u gimnaziji, *Tehnika, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja*, br.5/II: 443-453
 131. Павловић, А.: *Значај и примена рачунара у образовању ученика у основној школи*, преузето 22.1.2016. са <http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Ana%20Pavlovic.pdf>
 132. Николић, Р., Јовановић, Б. (2006): *Школска педагогија*, Учитељски факултет, Ужице.
 133. Метовић, Е.: *Утицај примене савремених наставних средстава на повећање ефикасности у основној школи*, преузето 21.06.2015. са <http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Eldar%20Metovic.pdf>
 134. Korte, W. B., Hüsing, T. (2006): *Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006: Results from Head Teacher and A Classroom Teacher Surveys in 27 European Countries*, преузето 2.04.2014. са [http://www.empirica.biz/publikationen/documents/Learnind_paper_Korte_Huesing_Code_427_\\$nal.pdf](http://www.empirica.biz/publikationen/documents/Learnind_paper_Korte_Huesing_Code_427_$nal.pdf)
 135. Терзић, Ј., Миљановић, Т. (2009): Реализација програма биологије у гимназији и заступљеност мултимедије, *Педагошка стварност*, 7-8: 735-744.
 136. Одацић, В. Миљановић, Т., Воскресенски, К. (2011): Могућности у ефекти примене иновативних дидактичких модела у настави биологије у гимназији, *Настава и васпитање*, 2: 249-261.
 137. Županec, V., Miljanović, T., Pribićević, T. (2013): Effectiveness of computer assisted learning in biology teaching in primary schools in Serbia, *Journal of the Institute for Educational Research*, 45 (2): 422-444.
 138. Županec, V., Miljanović, T., Parezanović-Ristić, S. (2014): Biology teachers' attitudes toward computer assisted learning, *Archives of Biological Sciences*, 66 (3): 1281-1289.
 139. Jalal, A., FauziMohdAyub, A., Tarmizi, A.R. (2014): Investigating Mathematics Teachers' Acceptance of Ebook, *Middle-East Journal of Scientific Research*, vol.19:192/198.
 140. Радивојевић, Д.: Ставови и мишљења просвјетних радника о примјени образовног рачунарског софтвера у настави природе и друштва, преузето 23.1.2016. са <http://www.pfb.unssa.rs.ba/Casopis/Broj11/9Dragana.pdf>

141. Hsieh, K. (2011): Preservice Teachers`Attutudes and Opinions towards Interactive Whiteboards and E-Textbooks, *Advances in Computer Science, Environment, Ecoiformatics, and Education*, Vol. 217:362-366.
142. Fall, E. (2013): Teaching Faculty How to Use E/books, преузето 22.1.2016. са <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=3738668&fileOId=3738669>
143. Lin, Y., Liu, T-C., Kinshuk (2015): Research on teachers`needs when using e-textbooks in teaching, *Smart Learning Environments*, Vol.2:1, посећено 27.1.2016. на <http://www.slejournal.com/content/2/1/1>
144. Терзић, Ј., Миљановић, Т., Жупанец, В., Прибићевић, Т. (2015): Ставови професора о значају примене рачунара и електронског уџбеника у настави биологије у гимназији, *Педагогија*, 3: 315-326.
145. The Teaching profession in Europe: profile, trends and concerns (2004): *Key topics in education in Europe*, vol.3, Eurydice-The information network on education in Europe, European Commission, Brussels.
146. Pešikan, A., Antić, S., Marinković, S.: *Analiza koncepcije stručnog usavršavawa nastavnika u Srbiji: proklamovani i skriveni nivo (I deo)*, преузето 29.1.2016. са <https://www.sanu.ac.rs/Odbor-obrazovanje/Prilozi/PesikanEtAl.pdf>
147. Правилник о сталном стручном усавршавању наставника, васпитача и стручних сарадника, *Службени гласник Републике Србије* бр.86/2015, преузето 13.1.2016. са http://media1.vojvodaputnikripanj.edu.rs/2015/11/PRAVILNIK-strucno-usavrsavanje_2015.pdf
148. Правилник о општим стандардима постигнућа за крај општег средњег образовања и средњег стручног образовања у делу општеобразовних предмета, *Службени гласник Републике Србије* бр.117/2013, преузето 1.5.2015. са http://www.ceo.edu.rs/images/stories/obrazovni_standardi/Opsti_standardi_postignuca/BIOLOGIJA.pdf
149. Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): *Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера*, Завод са уџбенике, Београд.
150. Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): *Молекуларна биологија 1*, NNK International, Београд.
151. <http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
152. Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
153. Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
154. Терзић, Ј. (2011): Писана припрема за час: Транскрипција, Зборник радова, 2. Међународна конференција гимназија ЗК, Гимназија „Исидора Секулић“ и Педагошко друштво Војводине, Нови Сад.

7. ПРИЛОГ

7.1. Иницијални тест

Име и презиме ученика _____ Разред и одељење _____

Школа _____ Датум _____

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ПОЗНАВАЊЕ ЧИЊЕНИЦА

I Заокружи слово испред тачног одговора

- Структуре црв и пуж налазе се у:
 - кожи и оку
 - малом мозгу и унутрашњем уху
 - малом мозгу и оку
 - кожи и унутрашњем уху
- Први нервни систем који представља организовану групу нервних ћелија је:
 - цеваст нервни систем
 - ганглијски нервни систем
 - дифузни нервни систем
 - централизован нервни систем
- Крвни серум се добија истискивањем из:
 - крвне плазме
 - коагулума
 - крвних ћелија
 - крви
- У усној дупљи разлажу се:
 - угљени хидрати
 - липиди
 - протеини
 - витамини
- Примарна мокраћа се ствара у:
 - Малпигијевом телашцу
 - Хенлеовој петљи
 - Сабирном каналићу
 - бубрежним цевчицама

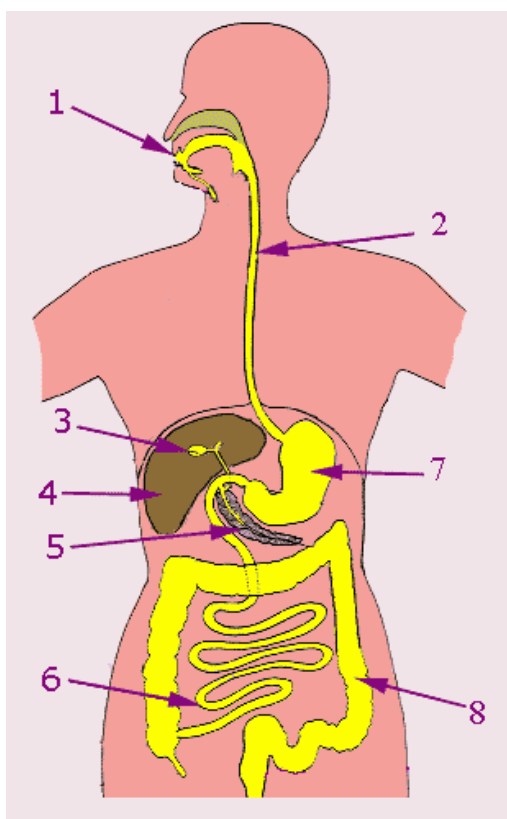
II Допуни реченице речима које не достају

6. Тромбоцити настају у _____ .
7. У дуоденум (дванаестопалачно црево) уливају се _____ и _____ .
8. Бубрези се снабдевају крвљу преко бубрежне _____ .

III Среди податке

	4
--	---

9. На линијама испред назива напиши број који означава дати орган на слици.



- _____ дебело црево
- _____ усна дупља
- _____ танко црево
- _____ жучна кеса
- _____ панкреас
- _____ јетра
- _____ желудац
- _____ једњак

	16
--	----

РАЗУМЕВАЊЕ ПОЈМОВА

IV Напиши стручне називе за следеће исказе:

10.

- _____ Грчење срчаног мишића-
- _____ Прскање еритроцита због продирања воде у њих.
- _____ Тип синаптичке везе када један неурон преноси сигнале на више циљних ћелија.

_____ Сталност састава унутрашње средине.

_____ Метаболички процеси стварања сложених
_____ органских материја уз утрошак енергије.
_____ Обнављање ваздуха у плућима.

	12
--	----

V Среди податке

11. Распореди наведене врсте животиња према њиховој врсти респираторне површине тако што ћеш на линије испред одређене врсте респираторне површине написати бројеве врста које их поседују.

- | | |
|------------------|------------------|
| а) _____ кожа | 1. голуб |
| | 2. рак |
| б) _____ шкрге | 3. скакавац |
| | 4. јегуља |
| в) _____ трахеје | 5. морске звезде |
| | 6. пијавица |
| г) _____ плућа | 7. лептир |
| | 8. корњача |

	8
--	---

12. Бројевима од 1 до 8 означи редослед тока крви у малом крвотоку:

- _____ лева преткомора
- _____ десна комора
- _____ плућно стабло
- _____ плућне вене
- _____ плућне артерије
- _____ плућне артериоле
- _____ плућни капилари
- _____ плућне венуле

	8
--	---

13. Поред сваке слике наведи којој групи припада приказана животиња и који тип нервног система поседује.



група

нервни систем





_____	_____
_____	_____

	8
--	---

VI Повежи појмове са одговарајућим тврдњама

14. Дате су ендокрине жлезде и хормони. Повежи ендокрину жлезду са одговарајућим хормоном којег лучи. Један хормон је сувишан.

а	Хипофиза	1	Адреналин
б	Тиреоидеа	2	Инсулин
в	Панкреас	3	Тироксин
г	Надбубрежна жлезда	4	Прогестини
		5	Пролактин

Ендокрина жлезда:

лучи хормон под бројем:

а	б	в	г				
---	---	---	---	--	--	--	--

	4
--	---

ПРИМЕНА ЗНАЊА

VII Среди податке

15. Поред слика животиња напиши из колико делова се састоји њихово срце и наведи његове делове.











	10
--	-----------

16. Напиши делове сложеног рефлексног лука према редоследу простирања нервног импулса од извора надражаја до одговора организма.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

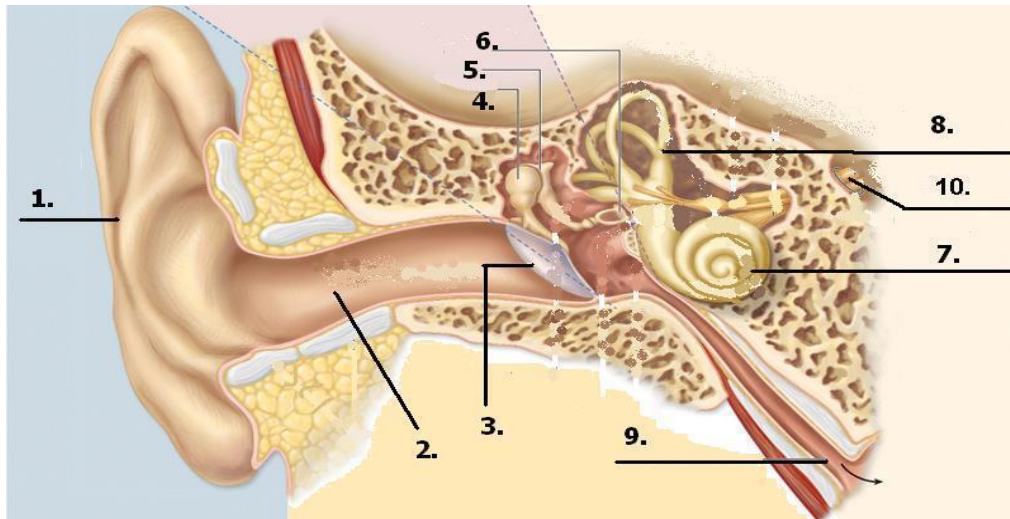
	6
--	----------

17. Повежи појмове са њиховим објашњењем:

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| а) Моторне зоне | () слепочни режањ великог мозга |
| б) Сензитивне зоне | () иза Роландове бразде |
| в) Говорне зоне | () испред Роландове бразде |
| г) Зоне памћења | () лева хемисфера великог мозга |

	4
--	---

18. На слици је приказано чуло слуха. Обележи делове са слике.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

	10
--	----

Укупан број поена: _____

Оцена: _____

Решење иницијалног теста и критеријум бодовања

Група задатака	Број питања	Тачан одговор	Број поена	
			По питању	Укупно
I	1.	а	2	10
	2.	в	2	
	3.	б	2	
	4.	а	2	
	5.	а	2	
II	6.	коштаној сржи	1	4
	7.	жуч и панкреасни сок	1+1	
	8.	артерије	1	
III	9.	8,1,6,3,5,4,7,2	8 x 2	16
IV	10.	Систола	2	12
		Хемолиза	2	
		Дивергенција	2	
		Хомеостаза	2	
		Анаболизам	2	
		Вентилација	2	
V	11.	а) 4,6	1+1	24
		б) 2,5	1+1	
		в) 3,7	1+1	
		г) 1,8	1+1	
	12.	8,1,2,7,3,4,5,6	8 x 1	
	13.	Дупљари-мрежаст	1+1	
		Зглавкари-лествичаст	1+1	
		Пљоснати црви- врпчаст	1+1	
		Водоземци-централни	1+1	
	VI	14.	а-5, б-3, в-2 ,г-1	
VII	15.	Трокоморно-две преткоморе и једна комора	1+1	30
		Четвороделно-венозни синус, преткомора, комора и артериозни конус	1+1	
		Трокоморно- две преткоморе и једна комора	1+1	
		Четворокоморно- две преткоморе и две коморе	1+1	
		Четворокоморно-две преткоморе и две коморе	1+1	
	16.	1. рецептори	1	
		2. сензитивни неурони	1	
		3. централни нервни систем	1	
		4. интернеурони	1	
		5. мотонеурон	1	
		6. ефектори	1	
	17.	г,б,а, в	4x1	
	18.	1. ушна шкољка, 2. спољашњи слушни канал,3. бубна опна,4. чекић, 5. наковањ, 6. узенгија, 7. пуж, 8. полукружни каналићи, 9. еустахијева туба, 10. слушни нерв	10x1	
			Укупно	100

7.2. Финални тест и ретест

Име и презиме ученика _____ Разред и одељење _____

Школа _____ Датум _____

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

Познавање чињеница

I ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Која азотна база никада не улази у састав рибонуклеотида:

- а) цитозин
- б) гуанин
- в) тимин
- г) аденин

2. Какав је облик терцијарне структуре α -кератина?

- а) β -плоче
- б) фибриларни
- в) α -завојнице
- в) глобуларни.

3. Окосницу (скелет) ДНК ланца код еукариота чине:

- а) азотне базе и фосфатне групе
- б) фосфатне групе и пентозни шећер
- в) азотне базе и пентозни шећер

4. Ограничена протеолиза је процес модификације:

- а) полипротеина
- б) пропротеина
- в) примарног транскрипта
- г) плазмида

5. Генском терапијом успешно се могу лечити наследне промене:

- а) у само једном гену
- б) у 10 гена
- в) у више од 10, а мање од 50 гена
- г) у целом геному

	10
--	----

II ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

6. У двоструком хеликсу аденин из једног ланца је повезан са _____ из другог ланца _____ водоничним везама.

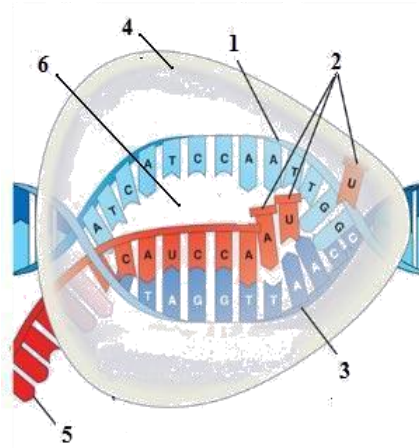
7. У ланцу ДНК ковалентне везе међусобно повезују _____, а образују се између _____ једног и _____ суседног _____ у низу.

8. У процесу транслације када су присутне две тРНК у рибозому успоставља се _____ веза између нове _____ и растућег _____ ланца који се налазе у „_____” месту.

	10
--	----

III СРЕДИ ПОДАТКЕ

9. У табели на линијама испред назива упиши број који означава дати део на слици.



- _____ рибонуклеотид
- _____ транскрипциони мехур
- _____ рнк полимераза
- _____ иРНК
- _____ матрични ланац ДНК

	10
--	-----------

Разумевање појмова

IV НАПИШИ СТРУЧНЕ НАЗИВЕ ЗА СЛЕДЕЋЕ ИСКАЗЕ

10.

- Процес удвајања ланца ДНК.
- Мали, позитивно наелектрисани протеини задужени за паковање ДНК.
- Део олигомера који има одређену биолошку улогу.
- Скуп правила која повезују сваку аминокиселину са одговарајућим кодонима.
- Неактивне претече протеина.

	10
--	-----------

V СРЕДИ ПОДАТКЕ

11. Распореди наведене азотне базе према њиховој припадности, тако што ћеш на линије испред базе написати врсту којој припада.

- а) _____ аденин
- б) _____ тимин
- в) _____ гуанин
- г) _____ цитозин
- д) _____ урацил

- 1. Пуринска база
- 2. Пиримидинска база

	10
--	-----------

12. Врсте протеина распореди према њиховој биолошкој улози.

- а) _____ хемоглобин
- б) _____ миозин
- в) _____ албумини серума
- г) _____ колаген
- д) _____ кератин

- 1. транспортна улога
- 2. улога у контракцији мишића
- 3. заштитна улога

- ђ) _____ трансферин
 е) _____ инсулин 4. регулаторна улога
 ж) _____ глобулин серума
 з) _____ интерферон 5. структурна улога
 и) _____ актин

	10
--	-----------

VI ПОВЕЖИ ПОЈМОВЕ СА ОДГОВАРАЈУЋИМ ТВРДЊАМА

13. Дати су појмови и тврдње (образложења). Повежи појмове са одговарајућим тврдњама.

Једна тврдња је сувишна.

а	Егзон	1	скуп наследних информација садржаних у хромозомима једне ћелије
б	Интрон	2	7-метил-гуанозин група на примарном транскрипту
в	Ген	3	сегмент који не носи информацију за синтезу протеина
г	Геном	4	део ДНК који се преписује или у иРНК или у молекул рРНК односно тРНК
д	5' капа	5	Низови аденинских нуклеотида на крају примарног транскрипта
ђ	Поли-А реп	6	низови нуклеотида који мењају место
		7	сегмент који носи информацију за синтезу протеина

Појму	а	б	в	г	д	ђ	Одговара објашњење под бројем:						
-------	---	---	---	---	---	---	--------------------------------	--	--	--	--	--	--

	6
--	----------

14. У заграда испред описа процеса упиши њихове називе.

- а) Активација () Процес завршавања синтезе полипептидног ланца
 б) Иницијација () Почетак превођења нуклеотида у полипептидни ланац
 в) Елонгација () Процес везивања аминокиселина за одговарајућу тРНК
 г) Терминација () Процес продужавања растућег полипептидног ланца

	4
--	----------

Примена знања

VII СРЕДИ ПОДАТКЕ

15. Који је распоред нуклеотида био на ДНК, ако преписан примарни транскрип изгледа овако:

A U U C G A G C U C
 ---|---|---|---|---|---|---|---|---| иРНК
 ---|---|---|---|---|---|---|---|---| ДНК

	10
--	-----------

Решење финалног теста и ретеста

Група задатака	Број питања	Тачан одговор	Број поена	
			По питању	Укупно
I	1.	а	2	10
	2.	б	2	
	3.	б	2	
	4.	б	2	
	5.	а	2	
II	6.	тимином, двоструким	1+1	10
	7.	нуклеотиде, фосфатне групе, пентозе, нуклотида	1+1+1+1	
	8.	пептидна, аминокиселине, полипептидног, П	1+1+1+1	
III	9.	2. рибонуклеотид, 6. транскрипциони мехур, 4. РНК полимеразе, 5. иРНК, 3. матрични ланац	2x5	10
IV	10.	Репликација	2	10
		Хистони	2	
		Субјединица	2	
		Генетички код	2	
		Пропротеини	2	
V	11.	1. аденин, 2. тимин, 1. гуанин, 2. цитозин, 2. урацил	2x5	20
	12.	1. хемоглобин, 2. миозин, 1. албумин серума, 5. колаген, 5. кератин, 1. трансферин, 4. инсулин, 1. глобулин серума, 3. интерферон, 2. актин	1x10	
VI	13.	а-7, б-3, в-4, г-1, д-2, њ-5	1x6	10
	14.	г,б,а,в	1x4	
VII	15.	Т,А,А,Г,С,Т,С,Г,А,Г	1x10	30
	16.	AUGCAGCAC	1x9	
		3	1	
	17.	20% Тимина, 30% цитозина	5+5	
			Укупно	100

7.3. Преглед писаних припрема наставника за реализацију наставне теме *Основи молекуларне биологије* у експерименталној групи

Писане припреме наставника које су коришћене за реализацију наставних садржаја применом електронског уџбеника биологије садрже опште методичке податке и приказ слајдова уџбеника за сваку наставну јединицу теме *Основи молекуларне биологије*. Образовни стандарди су урађени по узору на Опште стандарде постигнућа за крај општег средњег образовања и васпитања (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, http://www.ceo.edu.rs/images/stories/obrazovni_standardi/Opsti_standardi_postignuca/BIOL_OGIJA.pdf).

7.3.1. Увод у молекуларну биологију

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Увод у молекуларну биологију
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање знања о предмети и значају изучавања молекуларне биологије и њене интердисциплинарности– Разумевање молекулске основе биолошких процеса
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање интересовања за биолошке процесе на молекулском нивоу– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво- познаје предмет истраживања молекуларне биологије и грађу ћелије на молекулском нивоу II ниво- разуме биолошке процесе на молекулском нивоу III ниво- дискутује значај истраживања молекуларне биологије
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	<ul style="list-style-type: none">– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	<ul style="list-style-type: none">– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.– Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна

- биологија 1, NNK International, Београд.
- <http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
 - Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

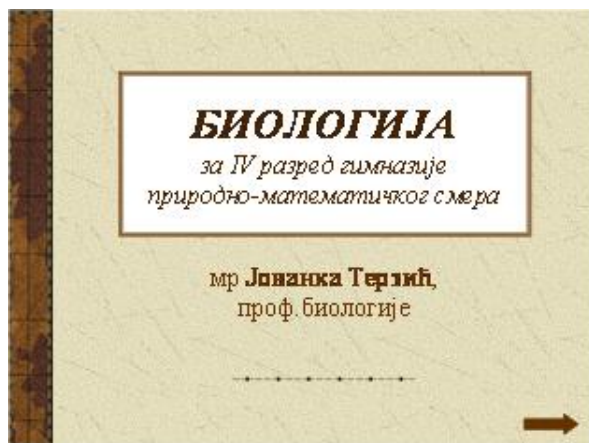
Ток часа:

Етапа 1. Упознавање ученика са начином коришћења електронског уџбеника у настави биологије:

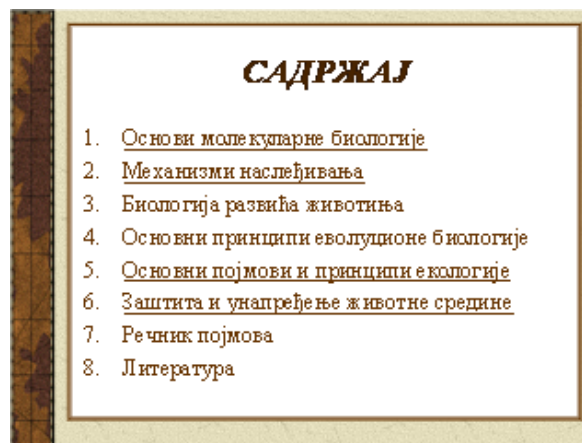
На самом почетку часа, наставник даје неопходне инструкције за употребу интерактивног електронског уџбеника из биологије:

Електронски уџбеник биологије служи за самостално учење наставног градива. Помоћу њега ћеш стећи знања о биолошким процесима у ћелијама на молекулском нивоу која су ти неопходна за савладавање осталих биолошких садржаја које ћемо обрађивати ове године. Уџбеник садржи наставне теме у оквиру којих се налазе наставне јединице које треба да се реализују. Пре почетка реализације наставног градива, потребно је да урадиш тест, чија питања ће ти помоћи да поновиш већ научено градиво и полако увести у проблем истраживања предвиђене наставне јединице. Тест решаваш кликом на тачан одговор, који те одводи на следеће питање. Уколико одговор није тачан, звучни сигнал ће те упозорити да размислиш и да поново даш одговор. Када на сва питања даш тачан одговор, приступаш реализацији градива. Том приликом можеш користити нарацију, односно усмено предавање наставника, док истовремено проучаваш слике или анимације на слајдовима који садрже и најважније тезе за дати слајд. Већина тих информација, због лакшег и сликовитијег разумевања, је пропраћена кратким филмовима, које можеш погледати притиском на иконицу „Филмска клапа”. По потреби можеш се подсетити старог градива користећи иконицу Помоћ, или ако желиш да прошириш своје знање иконице Информација више и Занимљивости. Када пређеш комплетно градиво одређене наставне јединице, уради тест за проверу усвојених знања, који ће ти по потреби омогућити да поновиш делове градива које си слабије савладао.

Ученици самостално покрећу електронски уџбеник биологије и преко његовог садржаја долазе до наставне теме *Основи молекуларне биологије* преко следећих слајдова:



Слика 1. Насловни слајд електронског уџбеника

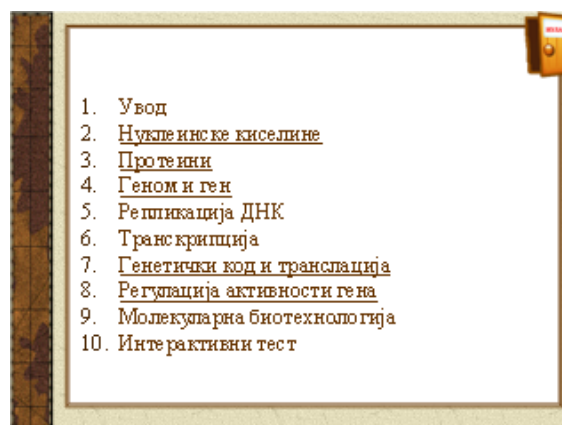


Слика 2. Садржај електронског уџбеника

У Садржају затим бирају одређену наставну јединицу преко следећих слајдова:



Слика 3. Насловни слајд изабране наставне теме



Слика 4. Садржај изабране наставне теме

Овај поступак је је идентичан за све наставне јединице, тако да се више неће детаљно описивати.

Кликом на наставну јединицу Увод, отвара се презентација за обраду наставних садржаја.

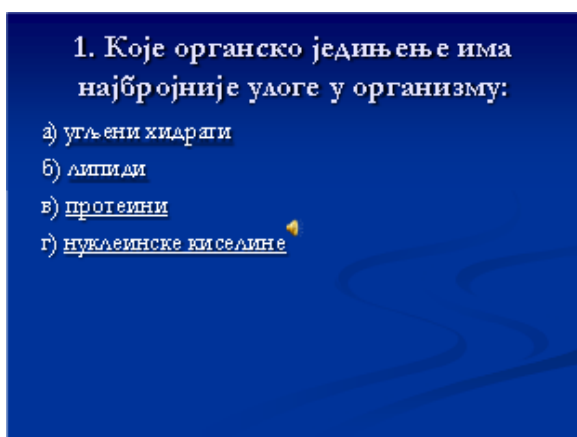


Слика 5. Насловни слајд изабране наставне јединице

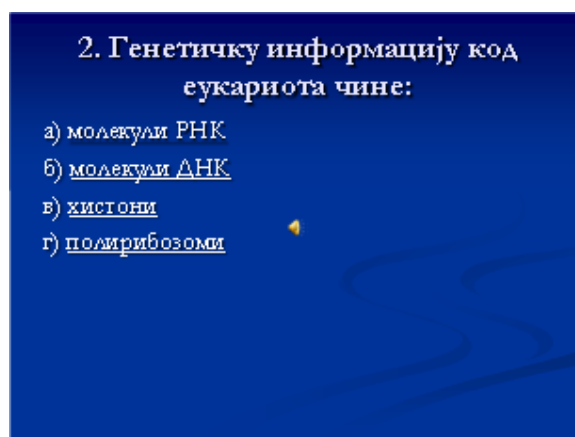
Етапа 2: Решавање теста за уводни део часа:

Пре обраде наставних садржаја ученици приступају тесту за уводни део часа који се састоји од три питања из области хемијског састава ћелије који су обрађивали у 1. и 3. разреду. Овим питањима ученици се постепено уводе у предмет изучавања овог часа.

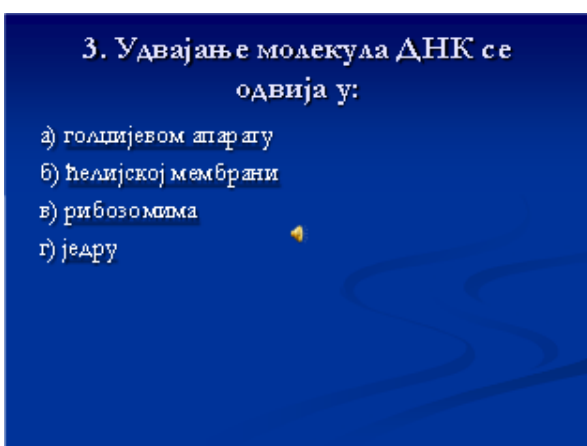
Садржај теста за уводни део часа



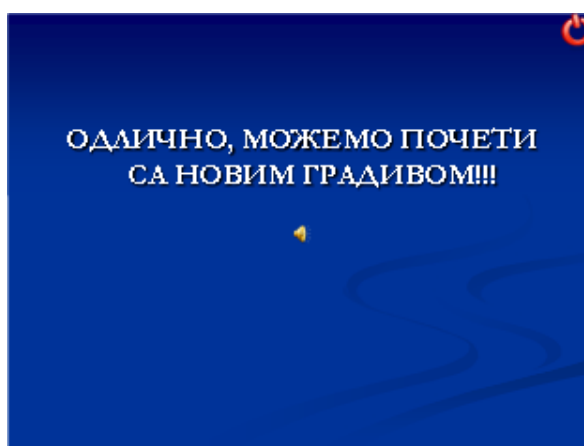
Слика 6. Слајд са 1. питањем



Слика 7. Слајд са 2. питањем



Слика 8. Слајд са 3. питањем



Слика 9. Завршни слајд теста
за уводни део часа

Уколико ученик тачно одговори на постављено питање, прелази на следеће, а ако погрешно, звучни сигнал га обавештава о томе и не може да пређе на наредно питање. Када тачно одговори на сва три питања, звучни сигнал га обавештава да је успешно поновио градиво и прелази на обраду садржаја наставне јединице *Увод у молекуларну биологију*.

Поступак решавања теста за уводни део часа је идентичан за сваку наставну јединицу, тако да се више неће детаљно описивати.

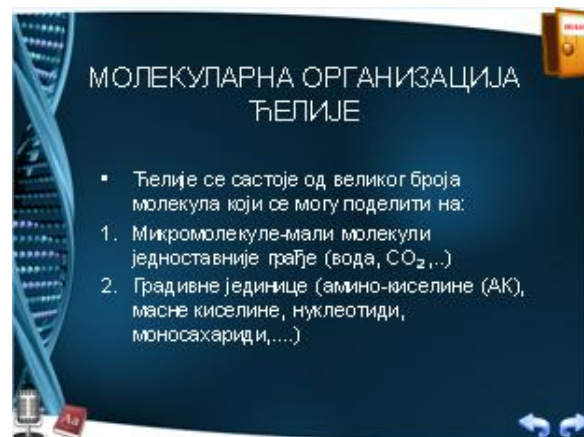
Етапа 3: Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Ученици самостално обрађују градиво наставне јединице *Увод у молекуларну биологију*, помоћу презентације која се састоји од 4 основна слајда.

Садржај презентације за обраду новог градива

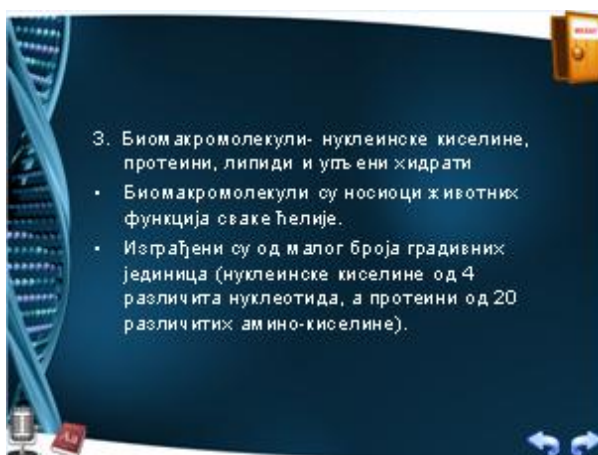


Слика 10. Насловни слајд обраде градива

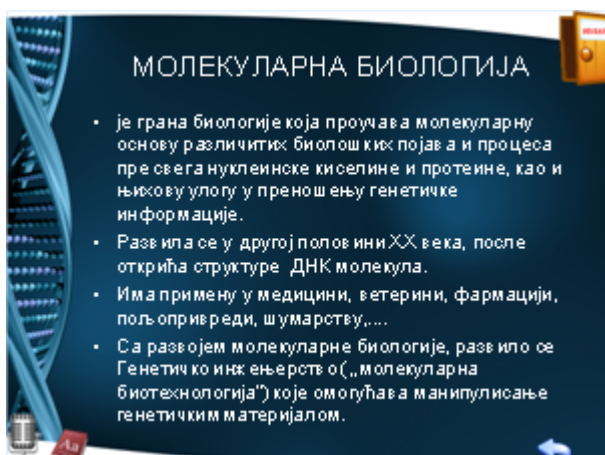


Слика 11. Други слајд обраде градива

Док ученици самостално савладавају наставно градиво, наставник прати њихов рад и помаже у отклањању евентуалних техничких проблема.



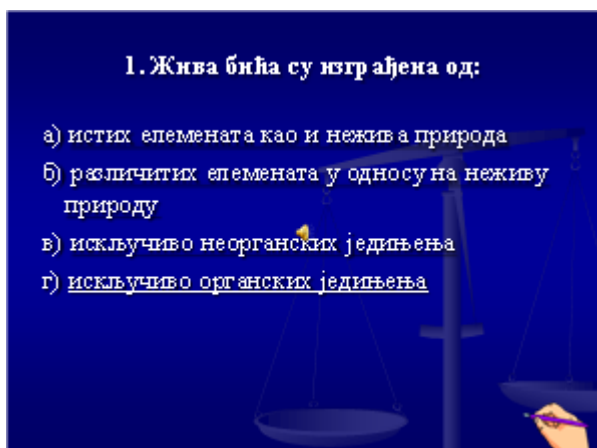
Слика 12. Трећи слајд обраде градива



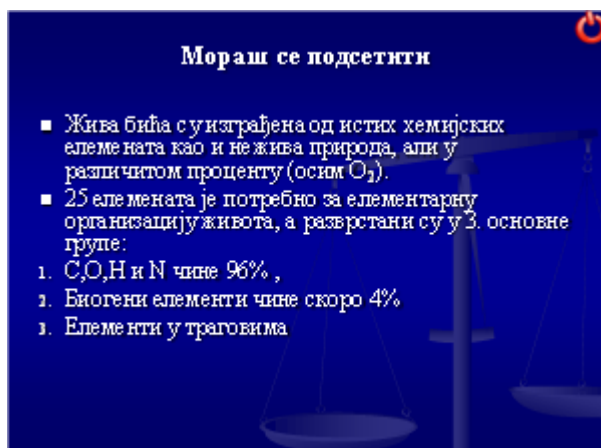
Слика 13. Последњи слајд обраде градива

Етапа 4. Решавање завршног теста:

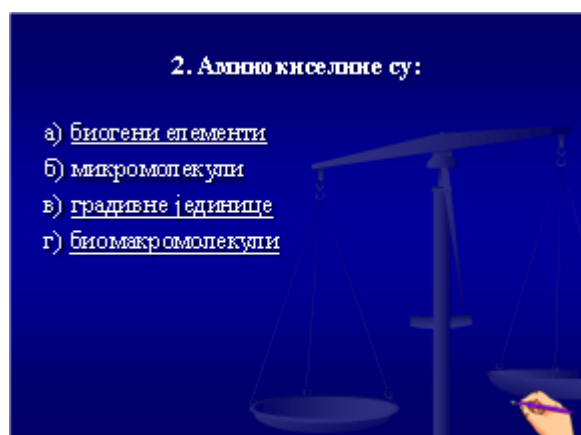
Након обрађеног градива наставне теме Увод у молекуларну биологију, последњи слајд реализације одводи ученика на тест за проверу усвојених знања. Тест се састоји од 4. питања која су у вези са најзначајнијим чињеницама из обрађеног биолошког садржаја, а која су неопходна за савладавање наредних наставних јединица. Презентација овог теста се састоји од следећих слајдова:



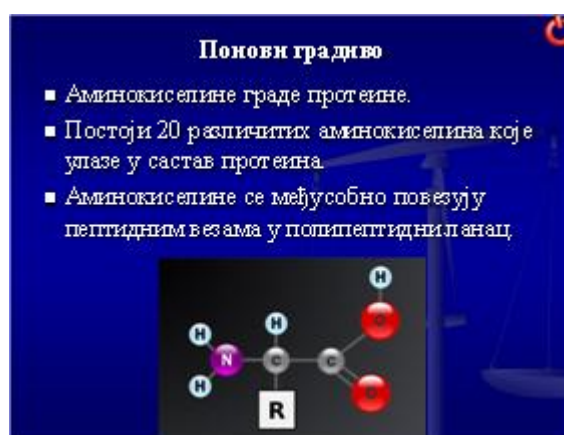
Слика 14. Прво питање теста



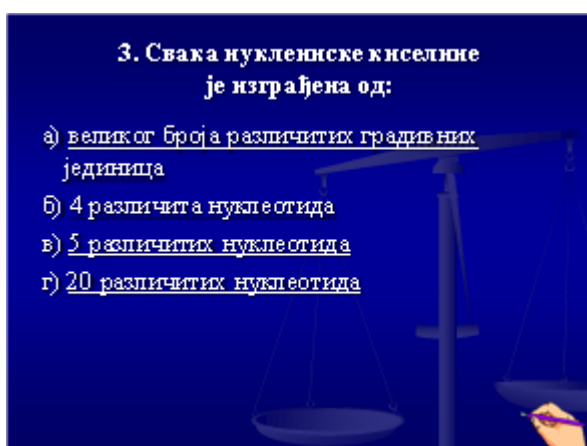
Слика 15. Подсетник за 1. питање



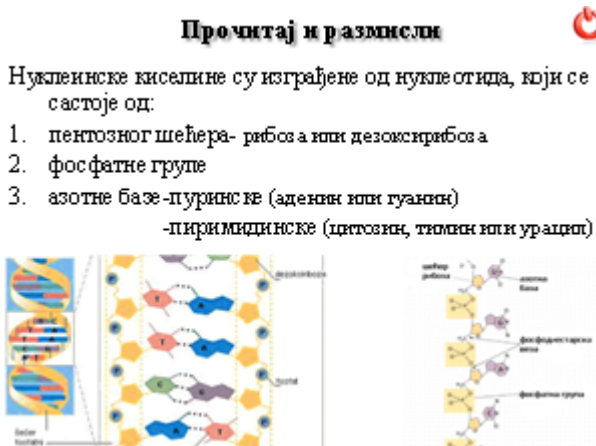
Слика 16. Друго питање теста



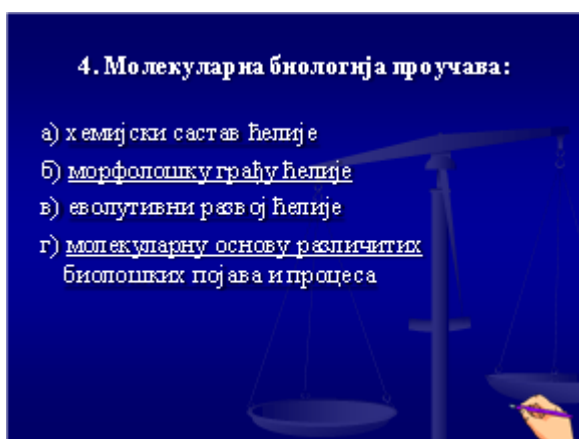
Слика 17. Подсетник за 2. Питање



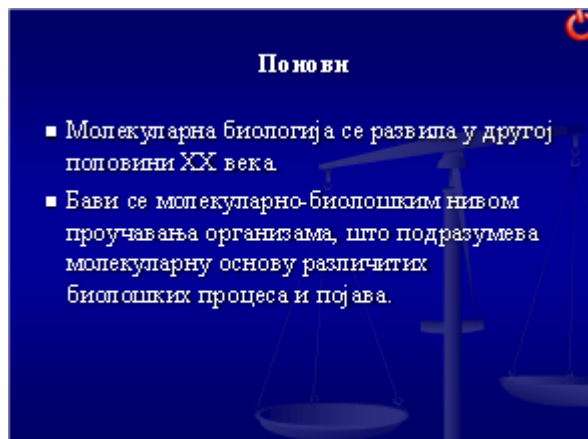
Слика 18. Треће питање теста



Слика 19. Подсетник за 3. питање



Слика 20. Четврто питање теста



Слика 21. Подсетник за 4. Питање



Слика 22. Последњи слайд презентације теста за проверу знања

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник покреће дискусију са ученицима како би се сагледао степен усвојених знања и дискусију о значају истраживања из области молекуларне биологије.

Етапа 6. Домаћи задатак:

Како би се подстакнуо развој истраживачког духа код ученика, наставник им за домаћи задатак даје да истраже конкретне могућности примене молекуларне биологије у савременом животу.

7.3.2. Молекулска основа наслеђивања-нуклеинске киселине

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Молекулска основа наслеђивања-нуклеинске киселине
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање знања о молекулској основи наслеђивања– Разумевање разлика између нуклеинских киселина

Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о значају нуклеинских киселина
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво-познаје разлике у грађи између појединих нуклеинских киселина II ниво- разуме улоге појединих нуклеинских киселина III ниво- аргументује последице промена у грађи појединих нуклеинских киселина
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011) – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд. – Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд. – http://www.znanje.org/i/21/01iv11/01iv1129/index.htm – Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).
Литература за наставника:	

Ток часа:

Корак 1. Покретање електронског уџбеника и избор наставне јединице:

Ученици самостално покрећу електронски уџбеник и долазе до садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије*, као на претходном часу. Кликком на Нуклеинске киселине, отвара им се презентација за реализацију наставне јединице *Молекулске основе наслеђивања-нуклеинске киселине* на следећи начин:



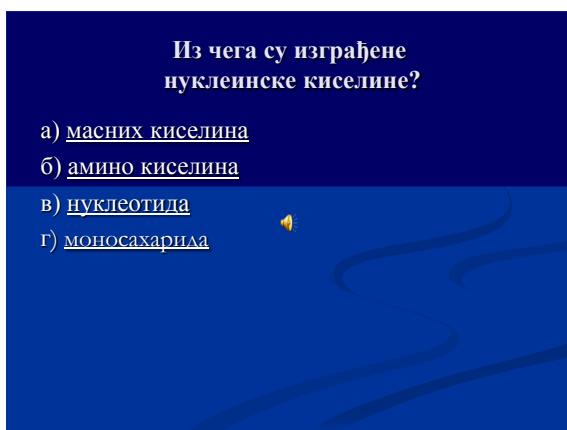
Слика 23. Садржај наставне теме Основи молекуларне биологије



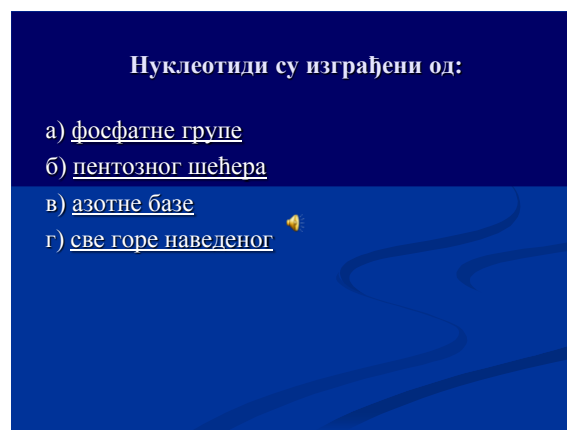
Слика 24. Насловни слајд презентације за обраду градива

Корак 2. Решавање теста за уводни део часа:

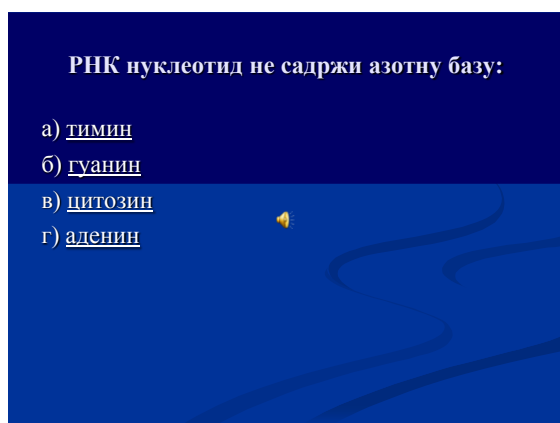
Ученици самостално решавају питања из области органског састава ћелије који су радили у 1. и 3. разреду гимназије. Садржаји презентације за уводни део часа су:



Слика 25. Слајд са 1. питањем



Слика 26. Слајд са 2. питањем



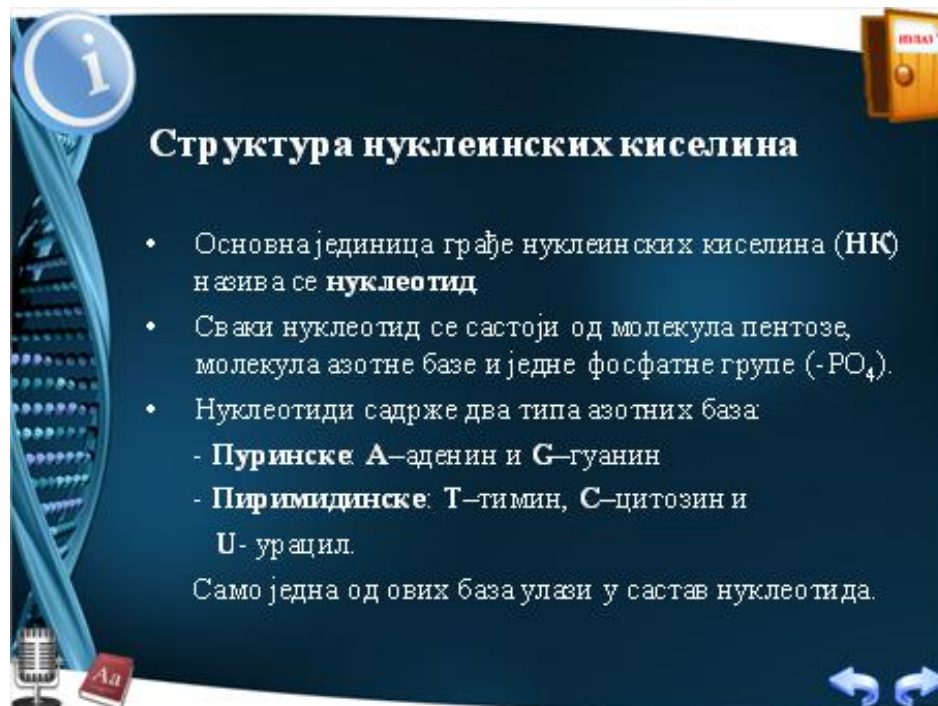
Слика 27. Слајд са 3. питањем



Слика 28. Последњи слајд презентације теста за уводни део часа

Корак 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Успешно решавање теста за уводни део часа, ученике води до презентације за обраду наставног градива нуклеинских киселина. Презентација садржи 15 слајдова на којима је на разумљив и сликовит начин објашњена грађа, врсте и биолошка улога нуклеинских киселина:



Слика 29. Први слајд обраде наставног садржаја

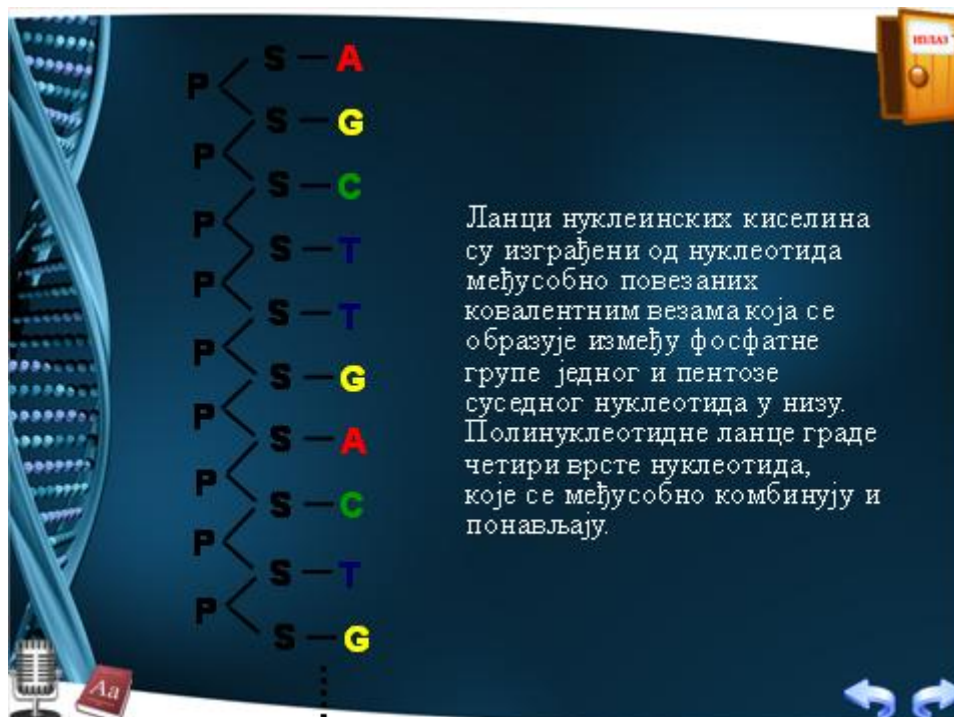
Слајд садржи додатну презентацију *Информација више* у којој су приказане структурне формуле азотних база и целих нуклеотида, што омогућава ученицима да повежу ове биолошке садржаје са градивом из предмета Хемија. Такође се налази и анимација која на сликовит начин објашњава повезивање нуклеотида у полинуклеотидни ланац.

И на следећем слајду ученици по жељи могу користити додатну презентацију *Информација више* у којој су детаљно описани нуклеотиди ДНК и да погледају кратки филм о грађи молекула ДНК.

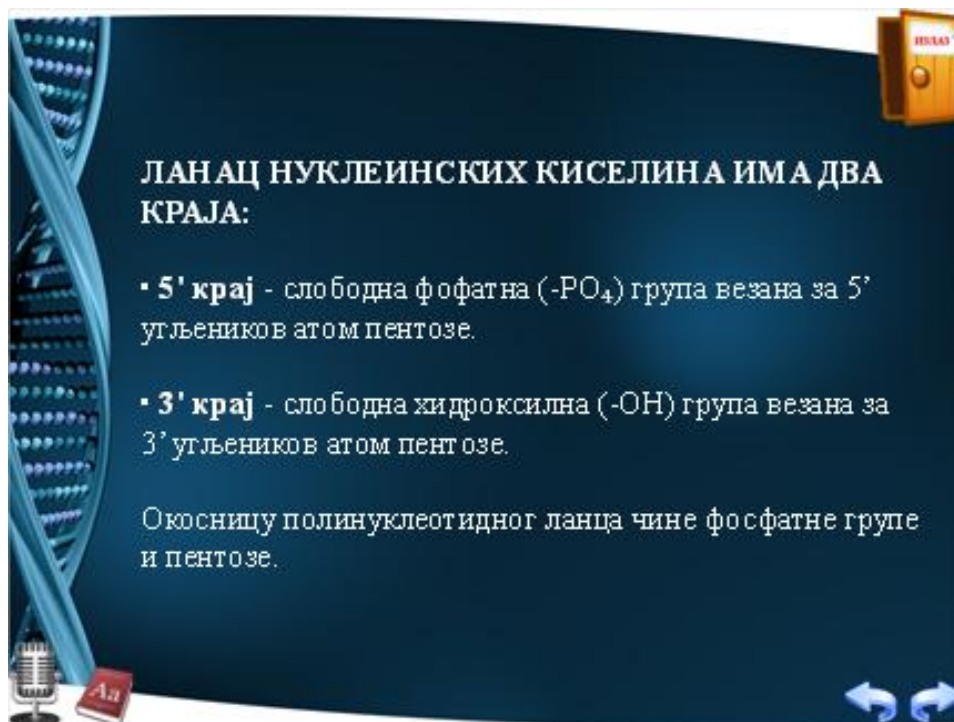


Слика 30. Други слајд обраде наставног садржаја

Наредни слајд одликује интерактивност, јер ученици кликом уграђују поједине нуклеотиде у полинуклеотидни ланац ДНК.



Слика 31. Интерактивни слајд



Слика 32. Четврти слајд обраде наставног садржаја

У наредним слајдовима објашњене су различите структуре молекула ДНК.



Слика 33. Слајд обраде примарне структуре ДНК



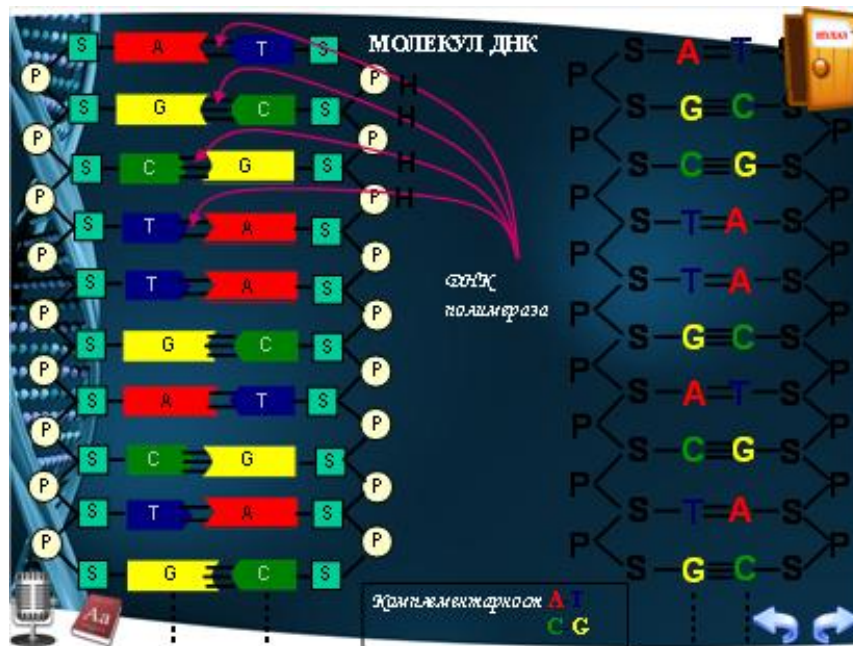
Слика 34. Слајд обраде секундарне структуре ДНК

Слајд за обраду секундарне структуре ДНК, садржи и *Информацију више* о начину откривања секундарне структуре ДНК, као и о значају резултата истраживања Розалинд Френклин, који није довољно наглашен у класичном штампаном уџбенику биологије.

Следећи слајд садржи фолдер *Помоћ* (допунске информације о водоничним везама које су ученици радили у оквиру предмета Хемија), а који ће им по потреби олашати разумевање повезивања полинуклеотидних ланаца. Такође, могу погледати и кратки *филм* у којем James Watson открива како су дошли до идеје спаривања пуринских и пиримидинских база у молекулу ДНК.



Слика 35. Слајд обраде антипаралелности полинуклеотидних ланаца



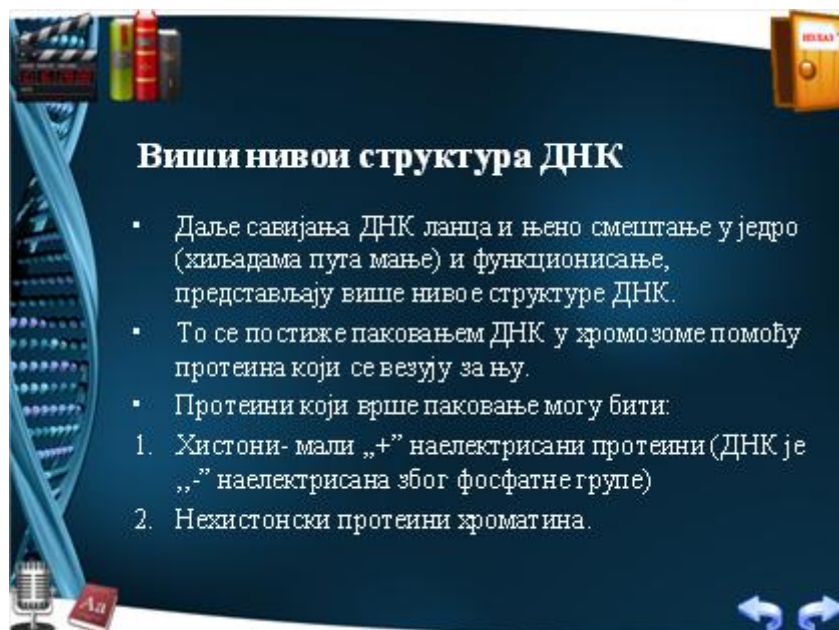
Слика 36. Интерактивни тест

Слајд одликује интерактивност, јер ученици самостално повезују нуклеотиде два наспрамна полинуклеотидна ланца ДНК, водећи рачуна о комплементарности база.

На наредна два слајда објашњена је разлика секундарних структура молекула ДНК и молекула РНК.

Слика 37. Слајд обраде врста РНК

Слајд садржи кратки филм о грађи и улози све три врсте РНК, што омогућава лакше разумевање градива.



Слика 38. Слајд обраде терцијарне структуре ДНК

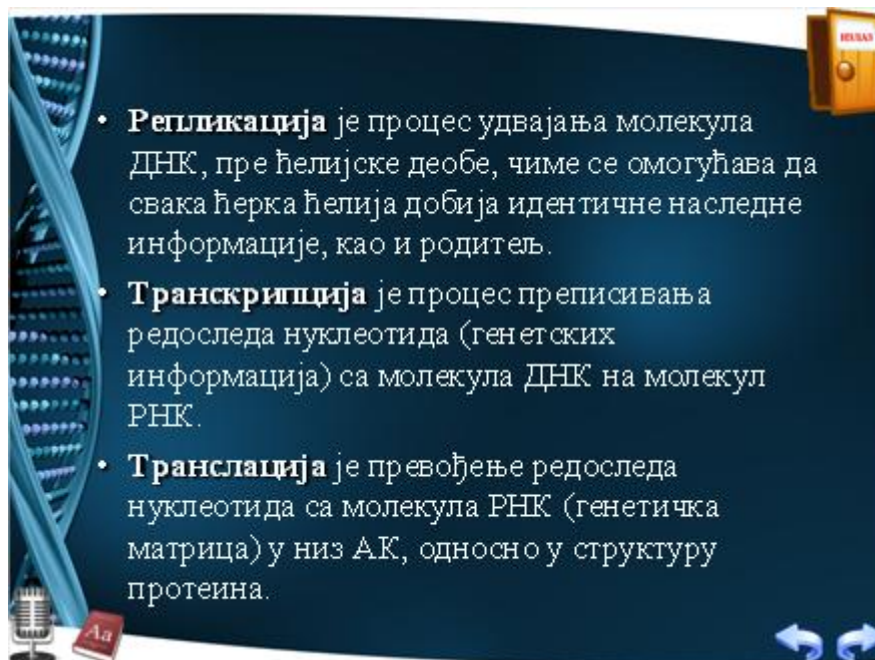
Слајд обраде терцијарне структуре ДНК садржи и кратки *филм* о начину паковања ДНК, као и *Занимљивости* о дужини ДНК у људском организму, са циљем проширивања ученичких знања.

На следећем слајду је објашњен значај и биолошка улога нуклеинских киселина у преносу наследних информација кроз генерације.

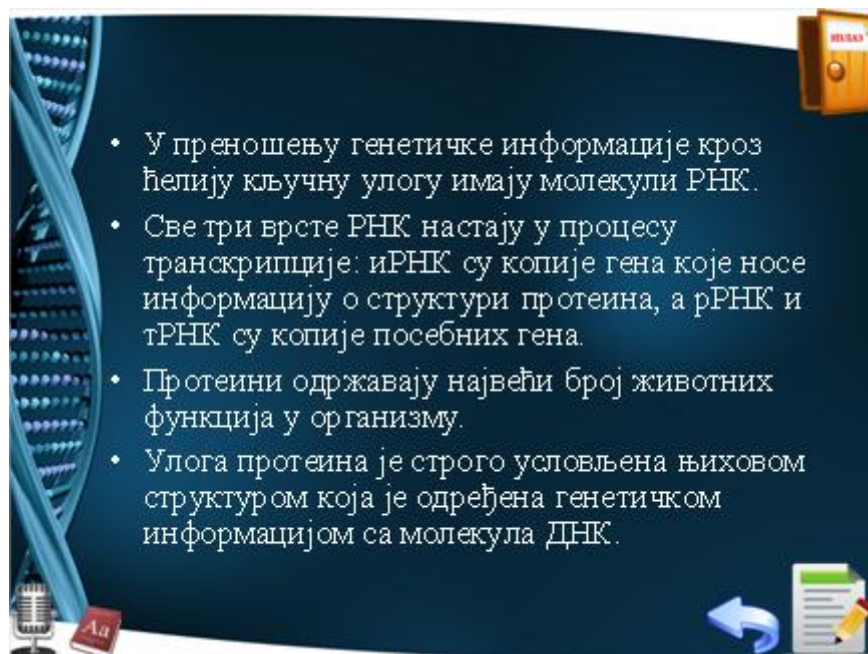


Слика 39. Слајд обраде биолошке улоге нуклеинских киселина

На последња два слајда презентације за обраду наставног садржаја укратко су описани процеси „молекуларне догме” који ће се касније детаљно обрађивати.



Слика 40. Слајд обраде процеса током преноса генетичке информације



Слика 41. Завршни слајд презентације за обраду наставне јединице

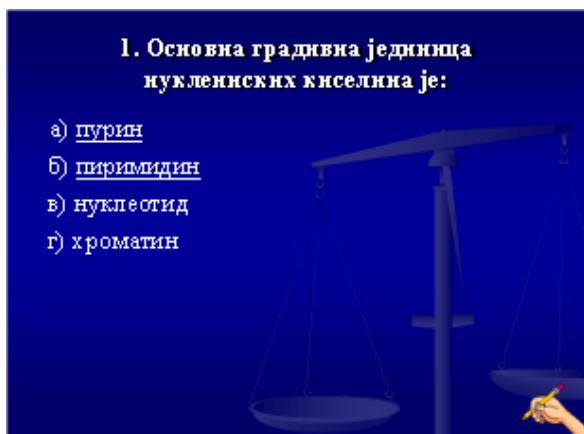
Последњи слајд презентације одводи ученике на тест за проверу усвојених знања.

Корак 4. Решавање теста за проверу усвојених знања

Тест се састоји од 5 питања из кључних делова обрађене наставне јединице Молекулска основа наслеђивања-нуклеинске киселине. Ученици самостално приступају изради теста и по потреби понављају одређене делове градива. Презентација се састоји од следећих слајдова:

1. Основна градивна јединица нуклеинских киселина је:

- а) пурин
- б) пиримидин
- в) нуклеотид
- г) хроматин



Слика 42. Слајд са првим питањем теста

Мораш се више потрудити



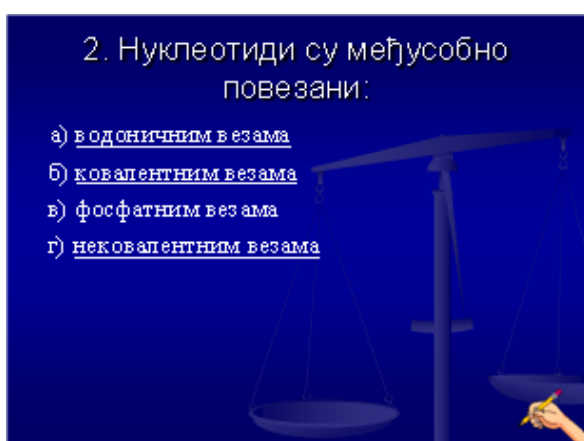
- Основна јединица грађе нуклеинских киселина (НК) назива се **нуклеотид**.
- Сваки нуклеотид се састоји од молекула пентозе, молекула азотне базе и једне фосфатне групе (-PO₄)



Слика 43. Подсетник за 1. питање

2. Нуклеотиди су међусобно повезани:

- а) водоничним везама
- б) ковалентним везама
- в) фосфатним везама
- г) нековалентним везама



Слика 44. Слајд са другим питањем теста

Прочитај поново

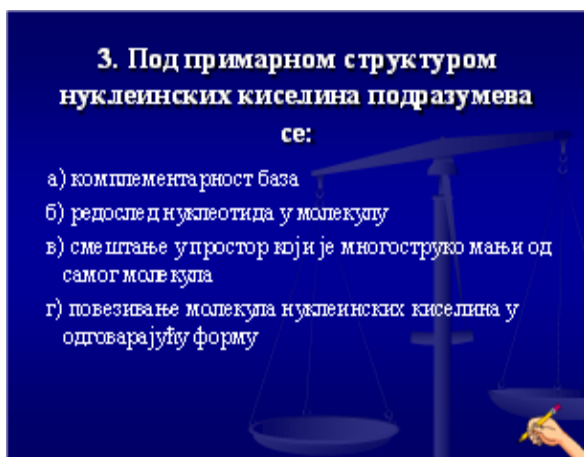
Ланци нуклеинских киселина су изграђени од нуклеотида међусобно повезаних ковалентним везама која се образује између фосфатне групе једног и пентозе суседног нуклеотида у низу.



Слика 45. Подсетник за 2. питање

3. Под примарном структуром нуклеинских киселина подразумева се:

- а) комплементарност база
- б) редослед нуклеотида у молекулу
- в) смештање у простор који је многоструко мањи од самог молекула
- г) повезивање молекула нуклеинских киселина у одговарајућу форму

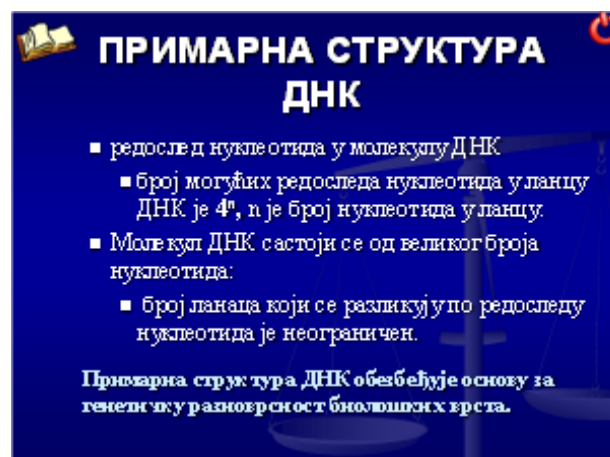


Слика 46. Слајд са трећим питањем теста

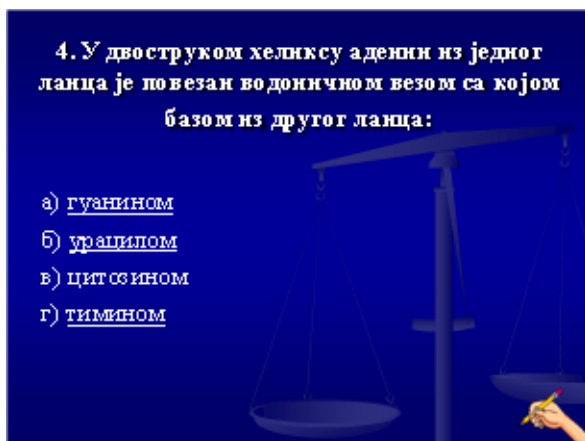
ПРИМАРНА СТРУКТУРА ДНК

- редослед нуклеотида у молекулу ДНК
 - број могућих редоследа нуклеотида у ланцу ДНК је 4ⁿ, n је број нуклеотида у ланцу.
- Молекул ДНК састоји се од великог броја нуклеотида:
 - број ланаца који се разликују по редоследу нуклеотида је неограничен.

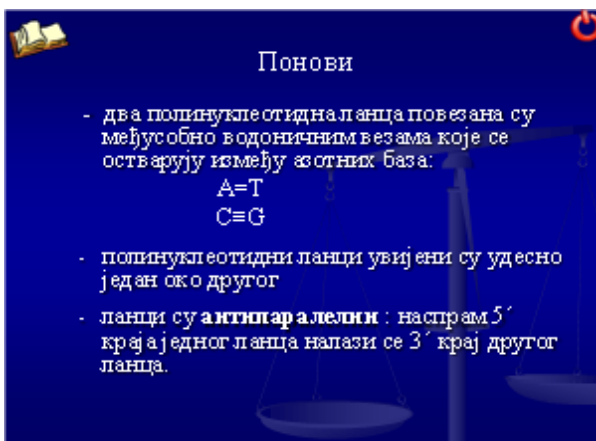
Примарна структура ДНК обезбеђује основу за генетичку разноврсност биолошких врста.



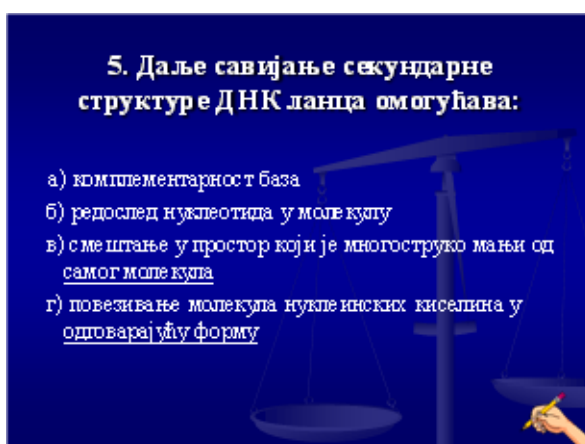
Слика 47. Подсетник за 3. питање



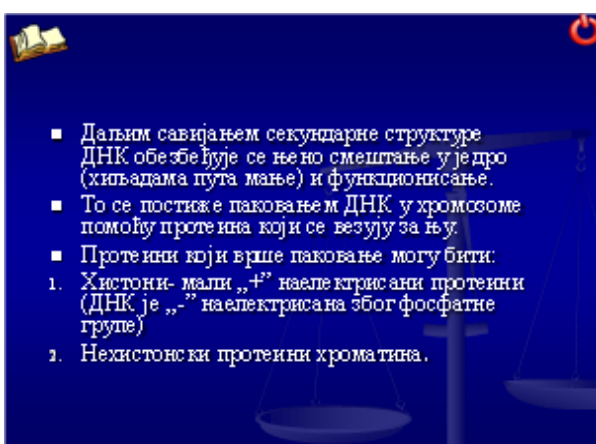
Слика 48. Слајд са четвртим питањем



Слика 49. Подсетник за 4. питање



Слика 50. Слајд са петим питањем теста



Слика 51. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник покреће дискусију са ученицима како би се сагледао степен усвојених знања и подстакло логичко размишљање и закључивање ученика.

Етапа 6. Домаћи задатак:

Како би се развијао истраживачки дух код ученика, наставник им за домаћи задатак даје да истраже конкретне последице промена структура нуклеинских киселина. Такође ученици добијају задатак да наспрам једног полинуклеотидног ланца, напишу други и везама којима су они повезани:

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

7.3.3. Вежба- Изоловање ДНК из свежег биљног материјала

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Изоловање ДНК из свежег биљног материјала
Тип часа:	Вежба
Облик рада:	Групни и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– На практичан начин стекне знање о положају ДНК у ћелији– На основу посматрања закључује о значају „паковања” ДНК у једру ћелије
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Оспособљавање ученика за самосталан рад– Развијање интересовања за експерименталан и практичан рад
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање вештине извођења лабораторијских експеримената– Развијање способности самосталног посматрања и уочавања битних појединости
Образовни стандарди:	I ниво- зна положај ДНК у ћелији II ниво- разуме улоге „паковања” ДНК молекула у једру ћелије III ниво- аргументује улоге и начин дејства појединих хемијских једињења коришћених током лабораторијског експеримента
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, свеж биљни материјал (киви, банана, јагода,...), лабораторијски прибор, инструктивни листић
Наставни објекти:	Кабинет за биологију
Литература за ученике:	<ul style="list-style-type: none">– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	<ul style="list-style-type: none">– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.– Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.– http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm– Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1: Истицање циља часа и подела ученика у групе:

На самом почетку часа, наставник јасно и прецизно истиче циљ часа и организује ученике у групе. Групе су сачињавала по три ученика који заједно седе у клупи (у кабинету биологије се налазе клупе за по три ученика). Представник групе узима од наставника тацну са припремљеним прибором и материјалном неопходним за извођење вежбе, као и инструктивним листићем за ток извођења вежбе.

Након тога ученицима се на рачунару показује филм о положају ДНК и његовом „паковању” у ћелији.

Етапа 2. Демонстрирање експерименталне вежбе од стране наставника:

Након кратког увода у проблем истраживања часа, наставник демонстративно-илустративном наставном методом и фронталним обликом рада, изводи вежбу Изоловање ДНК. У току извођења вежбе, наставник додатно указује на фазе извођења вежбе.

Етапа 3. Групни рад ученика на реализацији вежбе:

Свака група ученика, према упутству датом на инструктивном листићу приступа извођењу вежбе, при чему посматрају и запажају процесе који се одвијају током извођења лабораторијског експеримента. Том приликом наставник обилази групе ученика и указује на евентуалне пропусте током извођења вежбе.

Изглед инструктивног листића за реализацију вежбе

1. Припрема биљног материјала:

Воће убаците у најлон кесу и чврсто затворите. Изгњечите рукама воће док не добијете кашу. Одсеците врх кесе и сипајте воћну кашу у стаклену боцу. У боцу са воћном кашом додајте 250 ml топле воде (до 45°C) и 1 супену кашику кухињске соли и добро промешајте стакленим штапићем око 2 минута.

Шта сте постигли овом фазом експеримента?

2. Ослобађање хромозома из једра ћелије:

Пажљиво процедите промешану воћну кашу помоћу левка и газе у другу стаклену посуду. и додајте неколико капи детерџента за судове. Пажљиво промешајте стакленим штапићем.

Шта се постиже додавањем детерџента за судове?

3. „Распакивање ДНК”

У припремљену и делимично обрађену воћну кашу, додати кухињску со и оставите неколико минута. Затим пажљиво сипајте у епрувете. Додајте полако, уз зид епрувете алкохол, вратите пажљиви епрувету на сталак и сачекајте неколико минута. На крају нежно штапићем извличите нити ДНК.

Која је улога натријума у овом делу експеримента?

Етапа 4. Саопштавање резултата рада ученика:

При крају часа, представник групе саопштава резултате извођења вежбе, пред целим одељењем. При томе објашњава процесе који су се дешавали приликом сваке фазе извођења огледа. У случају да нису успели да издвоје ДНК, наводе могуће разлоге и дискутују о томе са наставником и осталим ученицима из одељења.

После тога ученици сређују радно место и тацне са прибором и искоришћеним материјалом односе на прање у припремну просторију.

Етапа 5. Домаћи задатак:

Пошто је поступак извођења ове вежбе веома лак и не захтева специјални прибор и хемијска средства, наставник за домаћи задатак даје ученицима, да код куће изолују ДНК из животињског материјала (јетре или узорка крви). Они који не могу то да ураде, могу на интернету наћи поступак изоловања и да га упореде са поступком који смо радили у школи.

7.3.4. Молекулска основа наслеђивања-протеини

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Молекулска основа наслеђивања-протеини
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање знања о молекуларној основи наслеђивања– Разумевање различитих улога протеина у организму
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање интересовања о значају и улози протеина
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво-познаје грађу протеина и начин повезивања амонокиселина II ниво- разуме разлике између појединих структура протеина III ниво- аргументовано дискутује разноврсне улоге протеина у организму
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара

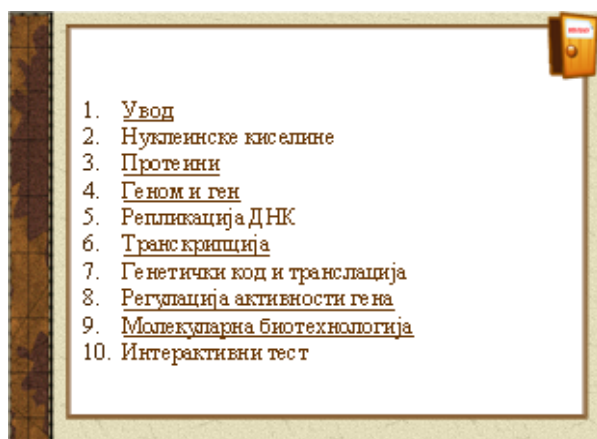
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Корач, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд. - Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд. - http://www.znanje.org/i/21/01iv11/01iv1129/index.htm - Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. - Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. - Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Покретање интерактивног електронског уџбеника и одабир наставне

јединице:

Ученици самостално одабирају из садржаја наставне теме Основи молекуларне биологије наставну јединицу *Молекулске основе наслеђивања-протеини* која треба да се обради на часу:



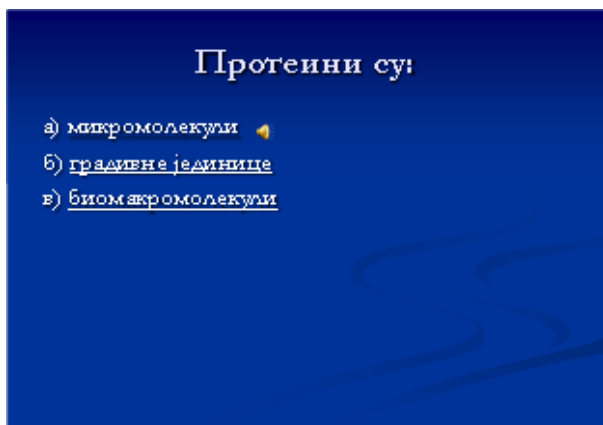
Слика 52. Садржај наставне теме Основи молекуларне биологије



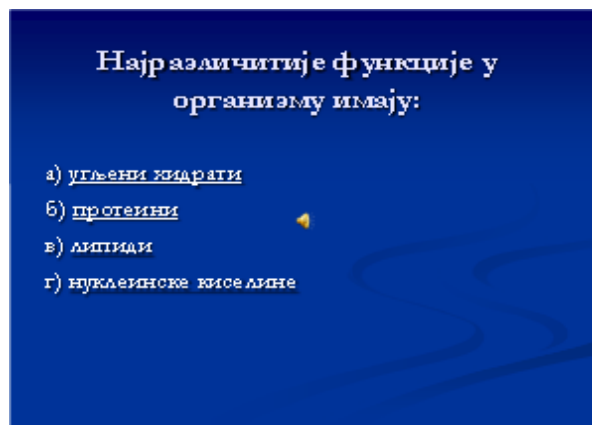
Слика 53. Насловни слајд презентације за обраду градива

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива

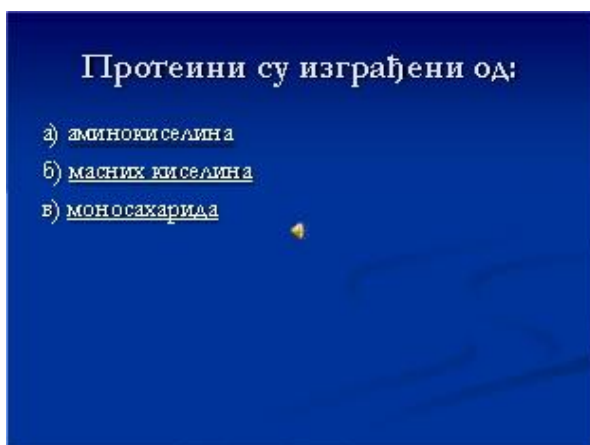
Сваки ученик самостално решава 3 питања који обухватају градиво хемијског састава ћелије, а које су обрађивали у 1. и 3. разреду гимназије. Понављање тих садржаја ће им олакшати савладавање грађе, структуре и биолошке улоге протеина. Садржај презентације теста је следећи:



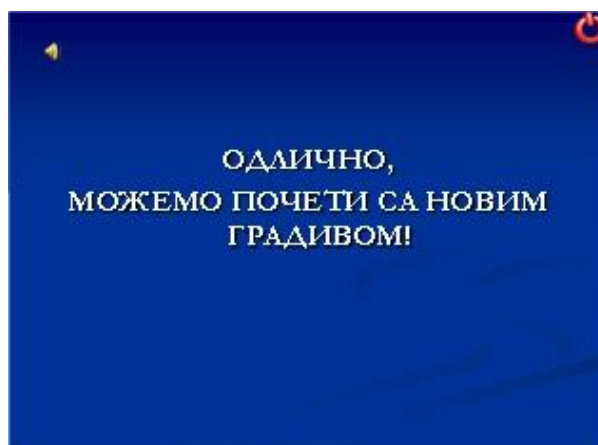
Слика 54. Прво питање теста
за уводни део часа



Слика 55. Друго питање теста
за уводни део часа



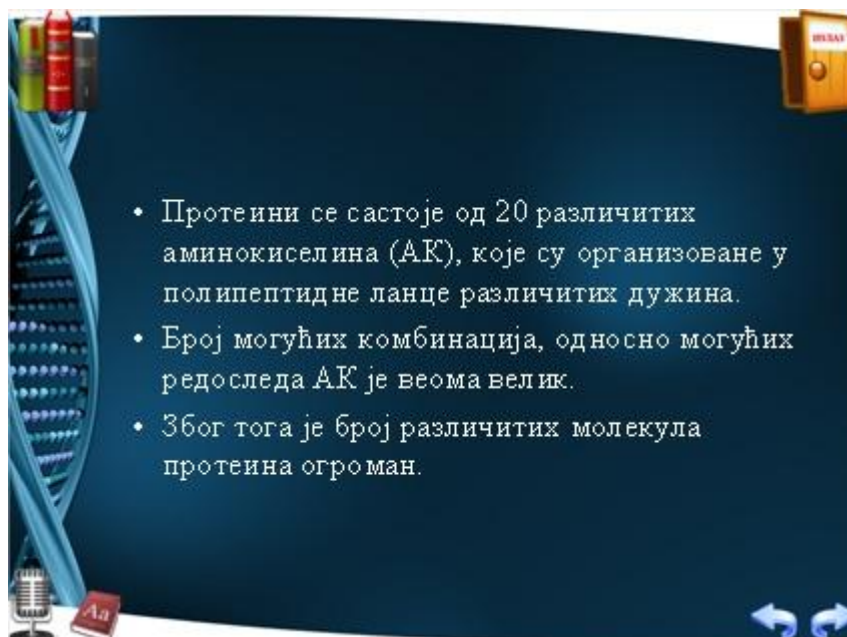
Слика 56. Треће питање теста
за уводни део часа



Слика 57. Завршни слајд презентације
теста за уводни део часа

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Након успешно решеног теста за уводни део часа, ученици самостално реализују садржаје наставне јединице Молекулска основа наслеђивања-протеини. Презентација за обраду градива се састоји од 11 слајдова, на којима ученици по потреби могу користити додатне информације за лакше савладавање градива, као и информације за проширивање знања. Садржај презентације за обраду наставне јединице Молекулска основа наслеђивања-протеини је следећи:



• Протеини се састоје од 20 различитих аминокиселина (АК), које су организоване у полипептидне ланце различитих дужина.

• Број могућих комбинација, односно могућих редоследа АК је веома велик.

• Због тога је број различитих молекула протеина огроман.

Слика 58. Слајд обраде грађе протеина

Слајд садржи и презентацију Занимљивости за проширивање знања, у оквиру које су дате структурне формуле свих 20 аминокиселина, као и интернет адресе на којима се налазе базе података о редоследу аминокиселина у различитим протеинима. На овај начин ученици могу биолошке садрaje да повежу и прошире са наставним градивом из предмета Хемија.



Аминокиселине

У свом саставу аминокиселине имају једну амино и једну карбоксилну групу које су везане за исти угљеников атом. Међусобно се разликују по бочном угљоводничном низу који се назива Р-остатак (или Р-група).

Аминокиселине се најчешће деле на основу поларности и на електрисања бочних група.

[NH3+]C(R)C(=O)[O-]

Слика 59. Слајд обраде грађе аминокиселина

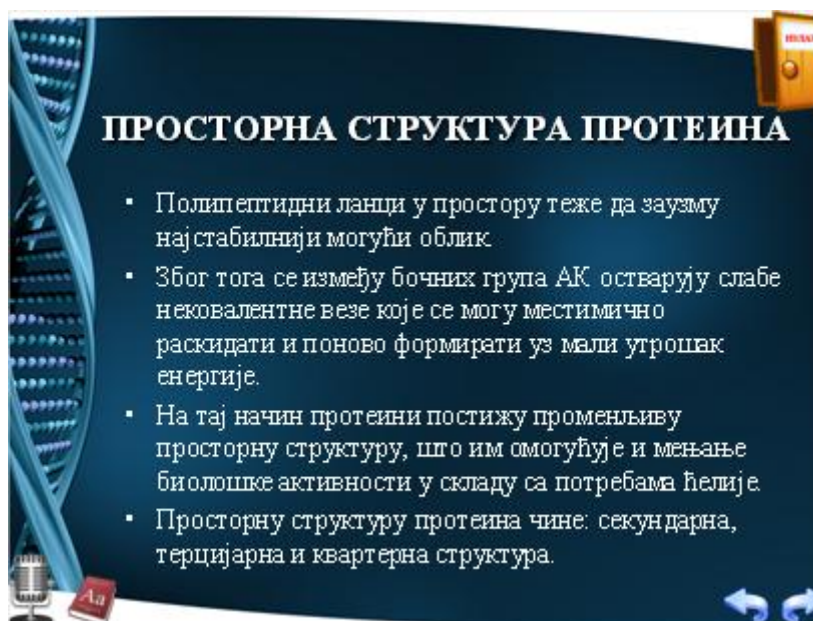


PRIMARNA STRUKTURA PROTEINA

- Протеини су израђени од 20 различитих АК које се међусобно повезују пептидним везама градећи полипептиде.
- Полипептидни ланац је неразгранати полимер.
- Примарна структура протеина је одређена бројем и редоследом АК у полипептидном ланцу.
- Промена једне АК у ланцу може изазвати губитак биолошке активности тог протеина! (нпр. српаста анемија - глутаминска киселина на β. месту замењена валином).

The slide features a blue DNA double helix on the left, a microphone icon, and a red 'Ala' label. A photograph of several sliced tomatoes is positioned at the bottom right of the text area. Navigation arrows are visible in the bottom right corner.

Слика 60. Слајд обраде примарне структуре протеина

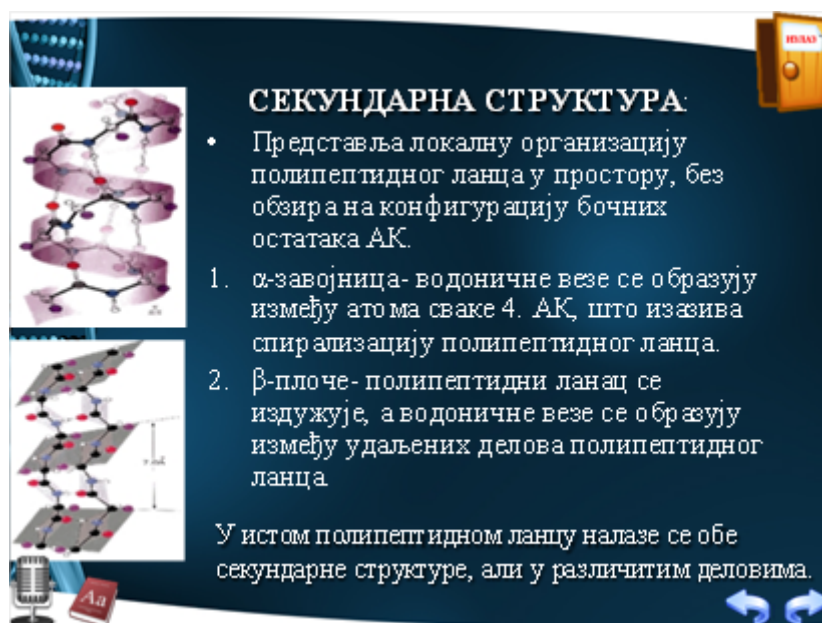


ПРОСТОРНА СТРУКТУРА ПРОТЕИНА

- Полипептидни ланци у простору теже да заузму најстабилнији могући облик.
- Због тога се између бочних група АК остварују слабе нековалентне везе које се могу местимично раскидати и поново формирати уз мали утросак енергије.
- На тај начин протеини постижу променљиву просторну структуру, што им омогућује и мењање биолошке активности у складу са потребама ћелије.
- Просторну структуру протеина чине: секундарна, терцијарна и квартерна структура.

The slide features a blue DNA double helix on the left, a microphone icon, and a red 'Ala' label. Navigation arrows are visible in the bottom right corner.

Слика 61. Слајд обраде просторне структуре протеина



СЕКУНДАРНА СТРУКТУРА

- Представља локалну организацију полипептидног ланца у простору, без обзира на конфигурацију бочних остатака АК.
- 1. α -завојница- водоничне везе се образују између атома сваке 4. АК, што изазива спирализацију полипептидног ланца.
- 2. β -плоче- полипептидни ланац се издужује, а водоничне везе се образују између удаљених делова полипептидног ланца.

У истом полипептидном ланцу налазе се обе секундарне структуре, али у различитим деловима.

Слика 62. Слајд обраде секундарне структуре протеина



ТЕРЦИЈАРНА СТРУКТУРА

- тродимензионална структура целог протеина која укључује и интеракције између Р група.
- Ради постизања стабилније структуре ланац се даље савија и задобија лоптаст (глобуларан) облик.
- Тиме добија и специфичну биолошку активност, односно улогу.
- Тек сада се може користити термин ПРОТЕИН.

Слика 63. Слајд обраде терцијарне структуре протеина

Слајд садржи анимацију која на сликовит начин показује терцијарну глобуларну структуру протеина.



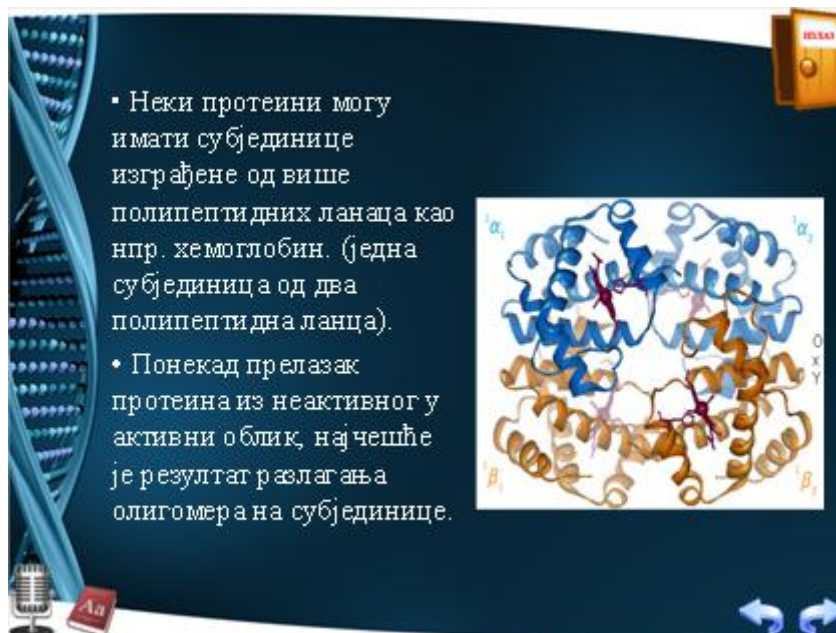
Слика 64. Слајд обраде терцијарне фибриларне структуре протеина

Слајд садржи и презентацију *Информација више* у којој је описана детаљно грађа колагена и његова улога у организму.

Наредни слајд садржи анимацију за лакше савладавање кватерне структуре протеина, као и кратки *филм* о различитим структурама протеина.



Слика 65. Слајд обраде кватерне структуре протеина



Слика 66. Слајд обраде специфичности кватерне структуре протеина

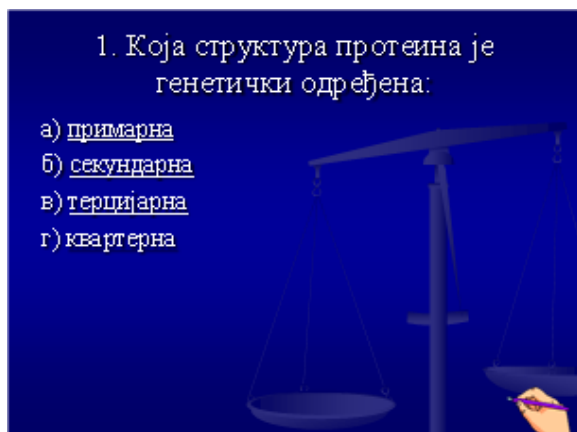
Слајд садржи анимацију кватерне структуре хемоглобина у циљу олакшавања усвајања градива.



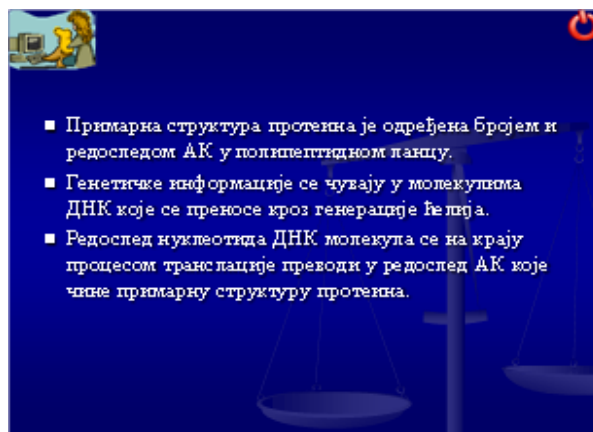
Слика 67. Завршни слајд презентације за обраду наставне јединице-Протеини

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања

Када заврше реализацију наставног градива, ученици са последњег слајда презентације, самостално приступају презентацији теста за проверу усвојених знања. Тест се састоји од 5 питања, који представљају кључне информације из обрађене наставне јединице Молекулска основа наслеђивања-протеини. Садржај презентације је следећи:

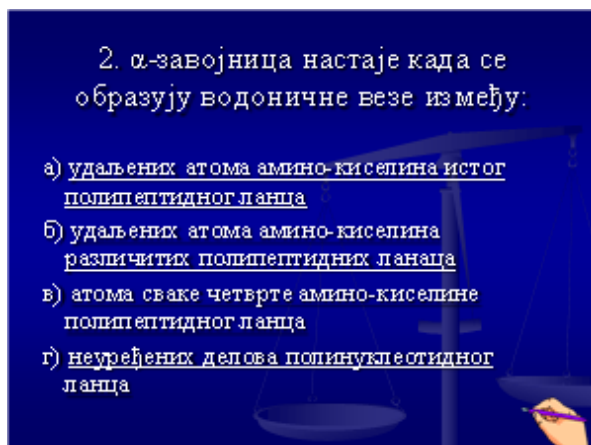


Слика 68. Прво питање теста



Слика 69. Подсетник за 1. питање

Тачан одговор на постављено питање, одводи ученика на следеће питање, а нетачан на понављање дела градива из којег је питање. Када поново рашчита градиво, враћа се поново на питање и даје одговор.

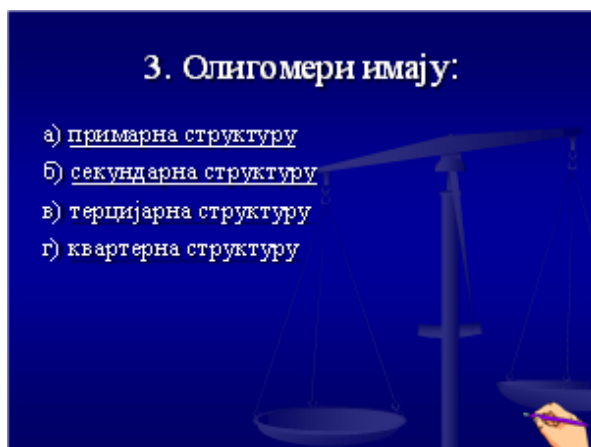


Слика 70. Друго питање теста

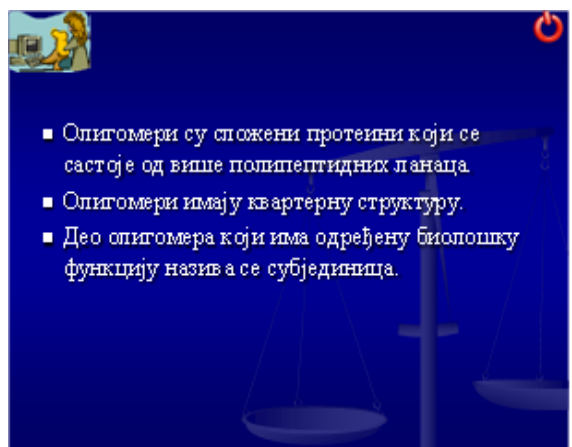


Слика 71. Подсетник за 2. питање

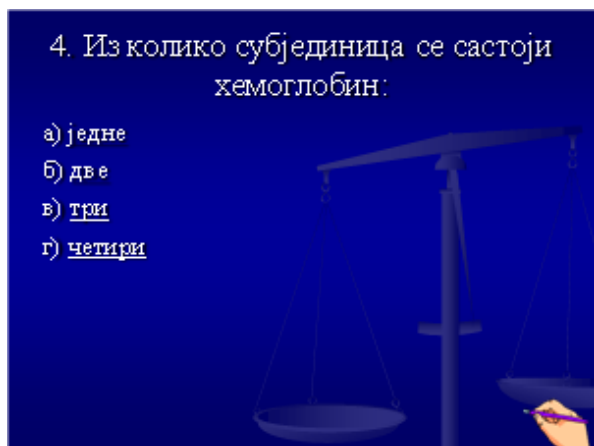
Различите структуре протеина и начини њиховог образовања су за ученике теже разумљиве, па је већина питања из те области.



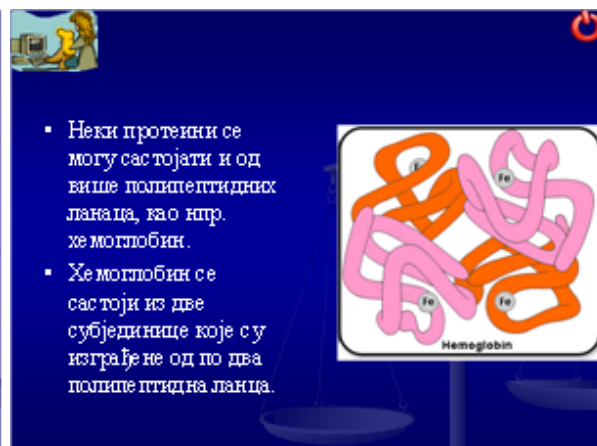
Слика 72. Треће питање теста



Слика 73. Подсетник за 3. питање

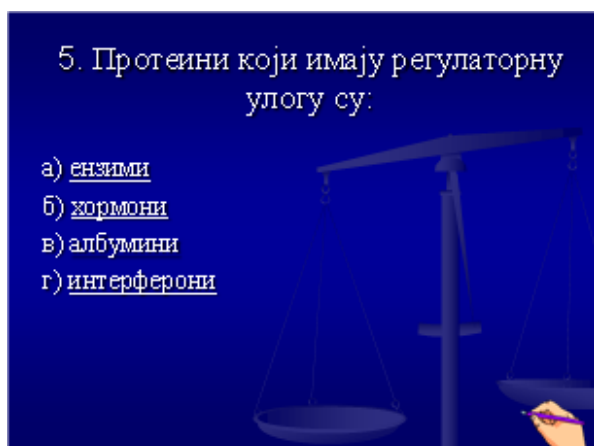


Слика 74. Четврто питање теста

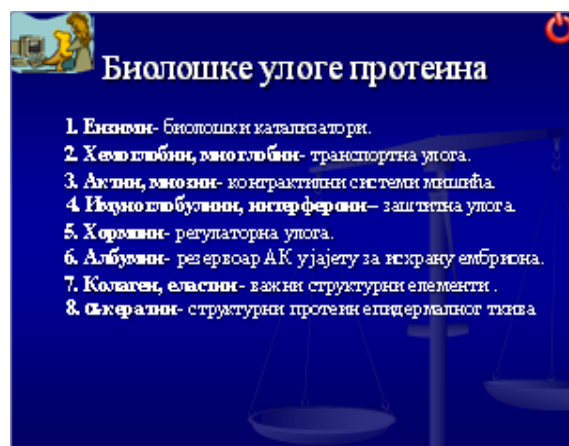


Слика 75. Подсетник за 4. питање

Нека питања су повезана са градивом које ученици обрађују у оквиру наставног предмета Хемија у 4. разреду:



Слика 76. Пето питање теста



Слика 77. Подсетник за 5. питање

Док решавају тест, наставник обилази ученике и контролише њихов рад. Када ученици одговоре тачно на сва постављена питања, отвара се завршни слад који их и звучно обавештава да су успешно савладали обрађено градиво:



Слика 78. Завршни слад презентације теста за проверу усвојености знања

Етапа 4. Дискусија:

У завршном делу часа наставник покреће дискусију о грађи и улози протеина у организму са циљем сагледавања усвојености биолошких садржаја.

Етапа 5. Домаћи задатак:

На крају часа наставник даје за домаћи задатак да ученици истраже неке конкретне поремећаје у организму који настају због промене грађе протеина.

7.3.5. Утврђивање предмета и значаја молекуларне биологије и молекулске основе наслеђивања

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Утврђивање предмета и значаја молекуларне биологије и молекулске основе наслеђивања
Тип часа:	Провера усвојености знања
Облик рада:	Групни облик
Образовни задаци:	– Провера усвојености биолошких садржаја из реализованих наставних јединица
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о биолошким процесима у ћелији на молекулском нивоу
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница – Утврђивање вештина и навика
Образовни стандарди:	I ниво-познаје предмет истраживања молекуларне биологије, као и грађу протеина и нуклеинских киселина II ниво- разуме молекулску основу наслеђивања III ниво- аргументовано дискутује биолошке улоге нуклеинских киселина и протеина
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне
Наставна средства и помагала:	Наставни листићи
Наставни објекти:	Кабинет за биологију
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд. – Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд. – http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm

- Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Активност наставника:

Наставник дели ученике по групама од по 3 ученика (једна група-једна клупа) и даје кратко упутство и објашњење о начину решавања наставног листића. Затим дели наставне листиће по групама.

Изглед наставног листића

1. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. За који део суседног нуклеотида се везује фосфатна група једног нуклеотида?

- а) базу
- б) пентозу
- в) фосфатну групу

2. Под секундарном структуром протеина подразумева се:

- а) добијање специфичне биолошке улоге
- б) редослед аминокиселина у молекулу
- в) смештање у простор који је многоструко мањи од самог молекула
- г) заузимање најстабилнијег могућег облика

II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. Скелетни део ланца ДНК граде _____
и _____.

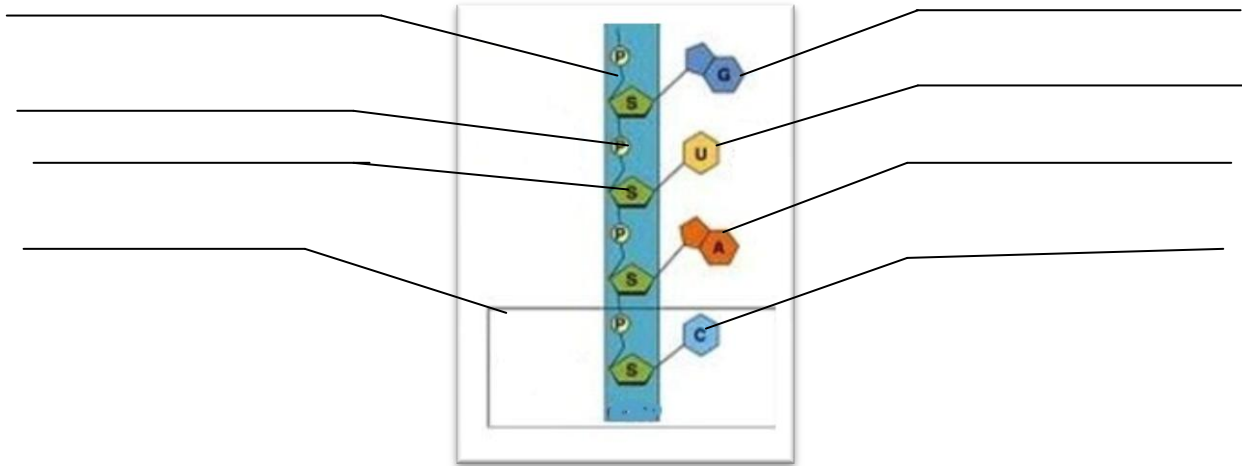
4. Нуклеотиди у истом полинуклеотидном ланцу су повезани _____
везом, а са наспрамним ланцем су повезани _____ везом.

III- СРЕДИ ПОДАТКЕ

5. Врсту протеина распореди према њиховој структури.

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| а) _____ редослед АК | |
| б) _____ α -завојница | 1. квартерна структура |
| в) _____ хемоглобин | 2. примарна структура |
| г) _____ колаген | 3. секундарна структура |
| д) _____ олигомер | 4. терцијарна структура |

6. На слици је представљен молекул _____. Обележи делове са слике.:



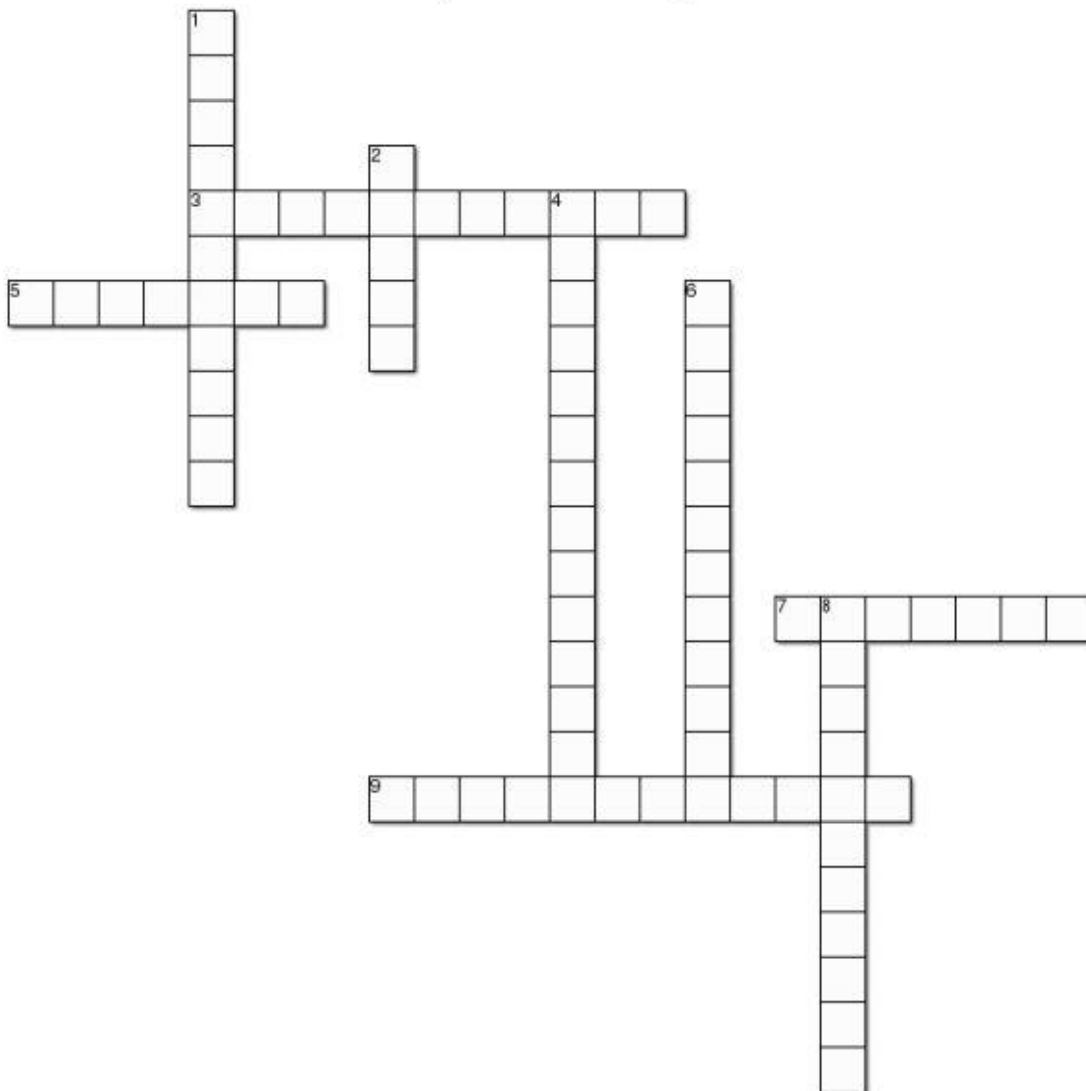
7. Ако се у молекулу ДНК налази 15% аденина колико ће бити тимина, а колико цитозина?

Тимина је _____, а цитозина _____.

8. Реши укрштеницу

Знање је моћ

Размисли пре него што почнеш да пишеш



Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Horizontal

3. део квартерне структуре протеина
5. протеини који учествују у „паковању“ ДНК
7. полипептид који има одређену биолошку улогу
9. везе између аминокиселина у полипептидном ланцу

Vertical

1. врста РНК која транспортује аминокиселине
2. део ћелије у коме се налази ДНК
4. протеини који имају одбрамбену улогу у организму
6. врста РНК која носи информацију о редоследу нуклеотида у ДНК
8. врста РНК која улази у састав рибозома

2. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Под терцијарном структуром нуклеинских киселина подразумева:

- а) комплементарност база
- б) редослед нуклеотида у молекулу
- в) даље савијање које омогућава смештање у простор који је многоструко мањи од самог молекула
- г) повезивање молекула нуклеинских киселина у одговарајућу форму

2. Који молекули имају најразноврсније улоге у организму?

- а) угљени хидрати
- б) протеини
- в) липиди
- г) нуклеинске киселине

II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. Предмет истраживања молекуларне биологије су _____ и _____ протеина, нуклеинских киселина и других биомакромолекула, као и повезаност њихове структуре и улоге и њихова међудејства.

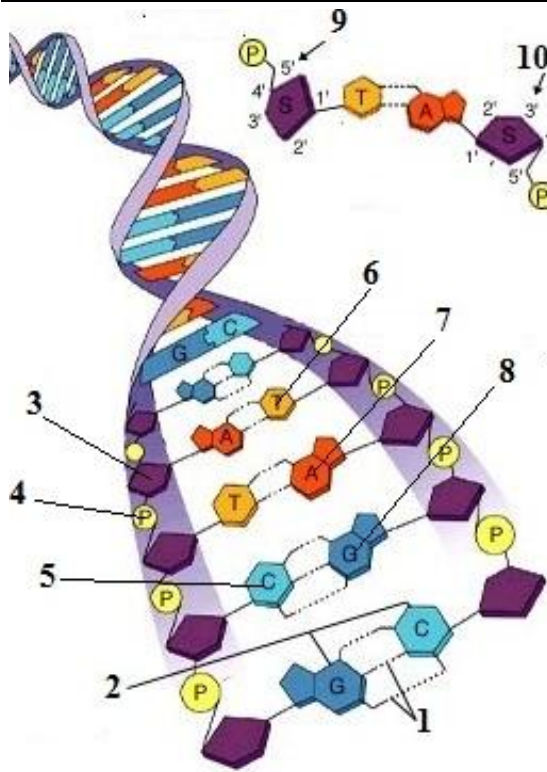
4. Прелазак протеина из неактивног у активан облик, најчешће је резултат разлагања _____ на субјединице и тај процес се назива _____ протеина.

III- СРЕДИ ПОДАТКЕ

5. Распореди наведене азотне базе према њиховој припадности, тако што ћеш на линије испред базе написати грађу коју има.

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| а) _____ аденин | |
| б) _____ тимин | 1. Шесточлани прстен |
| в) _____ гуанин | |
| г) _____ цитозин | 2. Петочлани и шесточлани прстен |
| д) _____ урацил | |

6. На слици је представљен молекул ДНК. Обележи делове са слике:



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

7. Ако се у молекулу РНК налази 17% цитозина колико ће бити урацила, а колико гуанина?

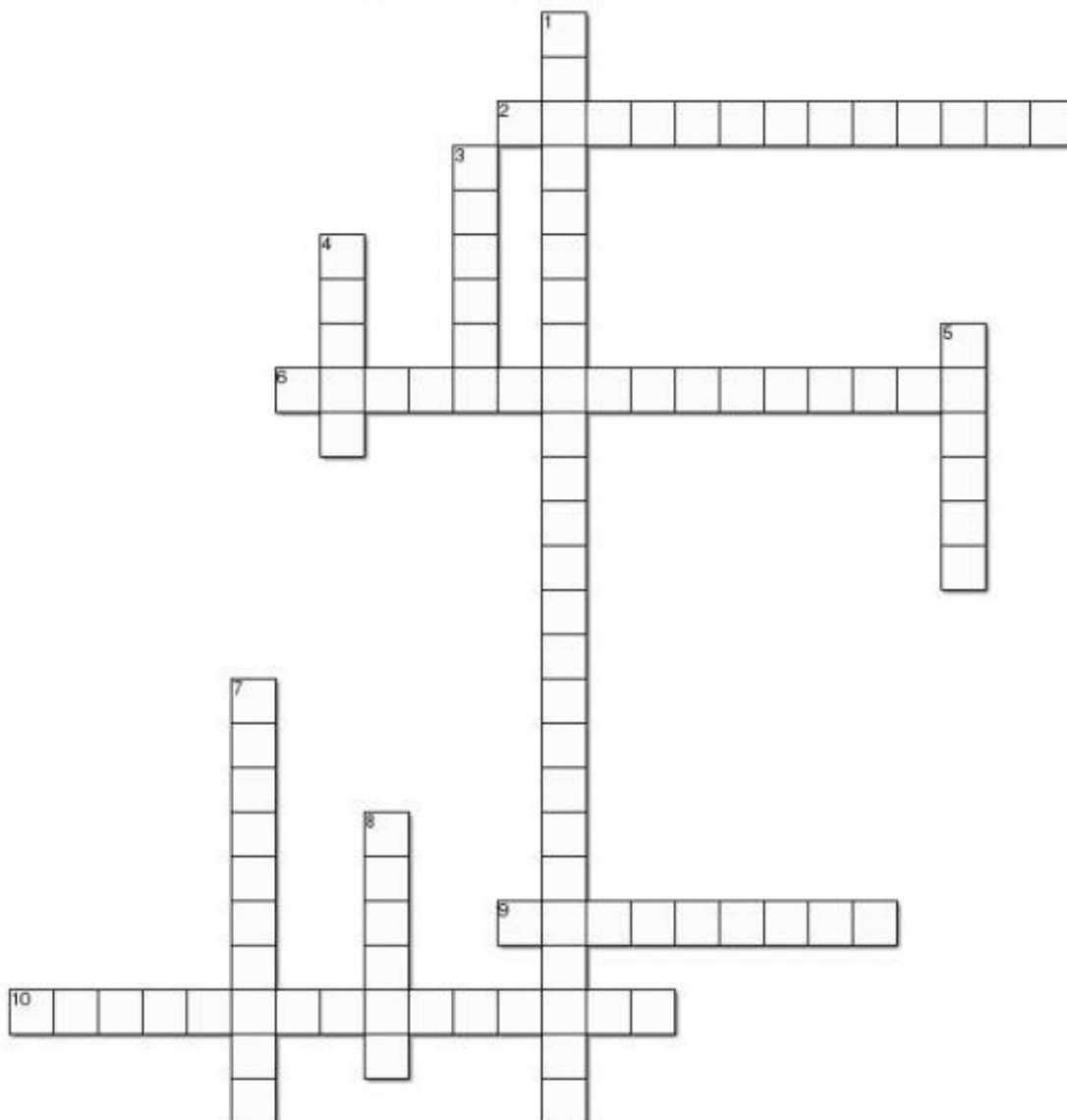
Урацила је _____, а гуанина _____.

8. Реши укрштеницу:

Name: _____

Знање је моћ

Размисли пре него што почнеш да пишеш



Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Horizontal

2. облик секундарне структуре протеина
6. молекули који су носиоци животних функција ћелије
9. тип везе приликом образовања секундарне структуре протеина
10. назив секундарне структуре ДНК

Vertical

1. биолошка дисциплина која се развила из молекуларне биологије
3. назив бочног угљоводоничног низа аминокиселина
4. база у ДНК молекулу
5. пентозни шећер у саставу РНК
7. протеини са кончастом терцијарном структуром
8. азотна база у РНК молекулу

Етапа 2. Решавање наставног листића:

Ученици у оквиру групе, решавају задатке са наставног листића. Питања, као и одговоре записују у свеску за биологију.

Етапа 3 и 4. Презентовање резултата и дискусија:

Представници групе, пред свим ученицима саопштавају резултате на одговарајућа питања. Наставник покреће дискусију са осталим ученицима у одељењу о исправности одговора.

Етапа 5. Домаћи задатак:

Пошто је било две различите групе наставних листића, за домаћи задатак наставник задаје ученицима да у свеске за биологију препишу питања и тачне одговоре групе коју нису радили на часу.

7.3.6. Геном и ген

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Геном и ген
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	– Усвајање појмова геном и ген – Разумевање положаја и грађе гена
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о различитости гена и генома
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво- разликује појам геном и ген II ниво- разуме грађу гена III ниво- аргументовано дискутује промене у генима и њихове последице
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)

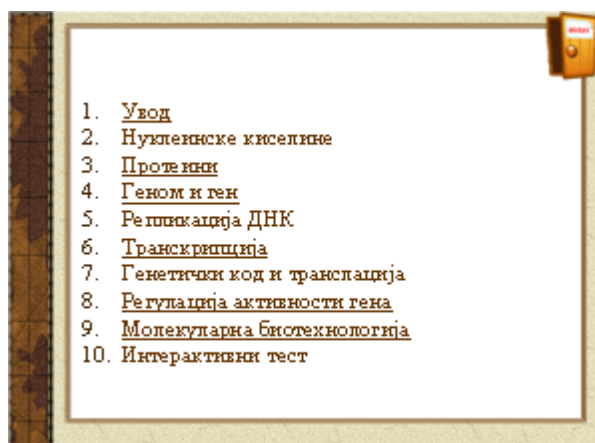
**Литература за
наставника:**

- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.
- Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.
- <http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
- Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Покретање електронског уџбеника и одабир наставне јединице:

Ученици самостално покрећу интерактивни електронски уџбеник и из садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије*, одабирају наставну јединицу *Геном и ген*.



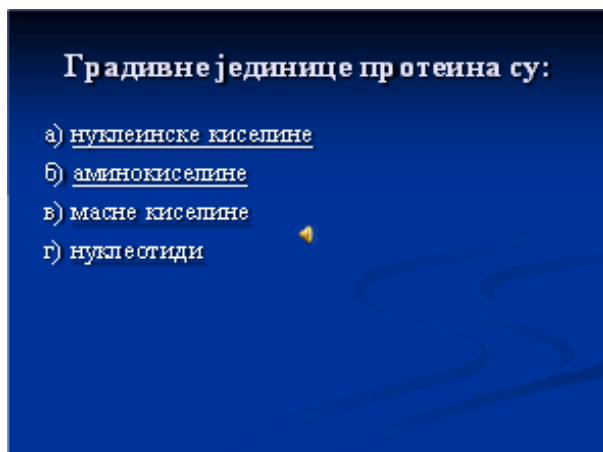
Слика 79. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије



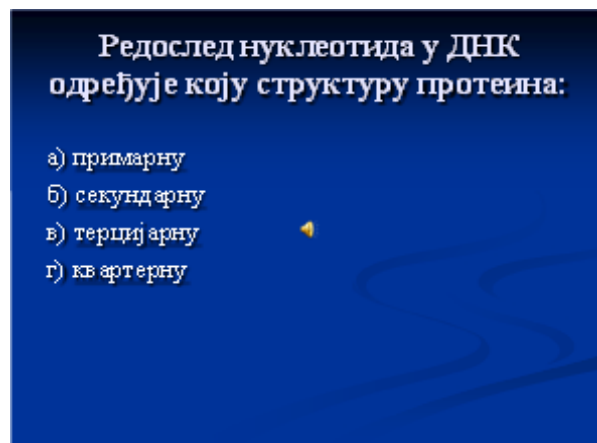
Слика 80. Насловни слајд наставне
јединице Геном и ген

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

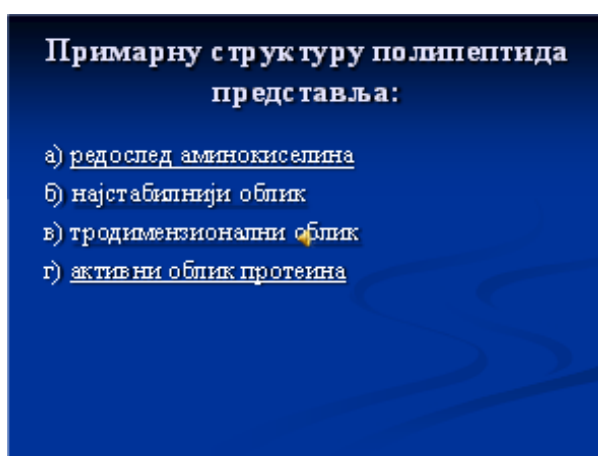
Ученици самостално решавају тест од три питања из области грађе и структуре ДНК и протеина. Садржај презентације тог теста је:



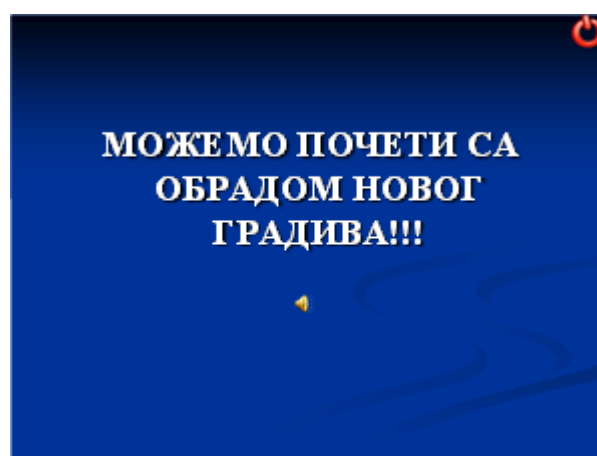
Слика 81. Прво питање теста



Слика 82. Друго питање теста



Слика 83. Треће питање теста

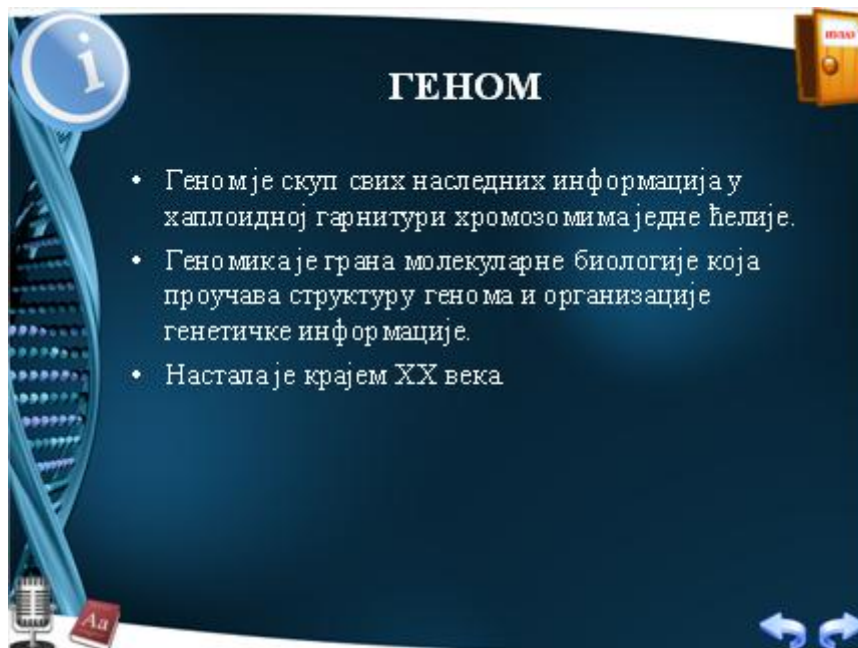


Слика 84. Завршни слајд теста

Када ученици успешно одговоре на сва три питања, кликом на иконицу Излаз одлазе до презентације за обраду градива наставне јединице Геном и ген.

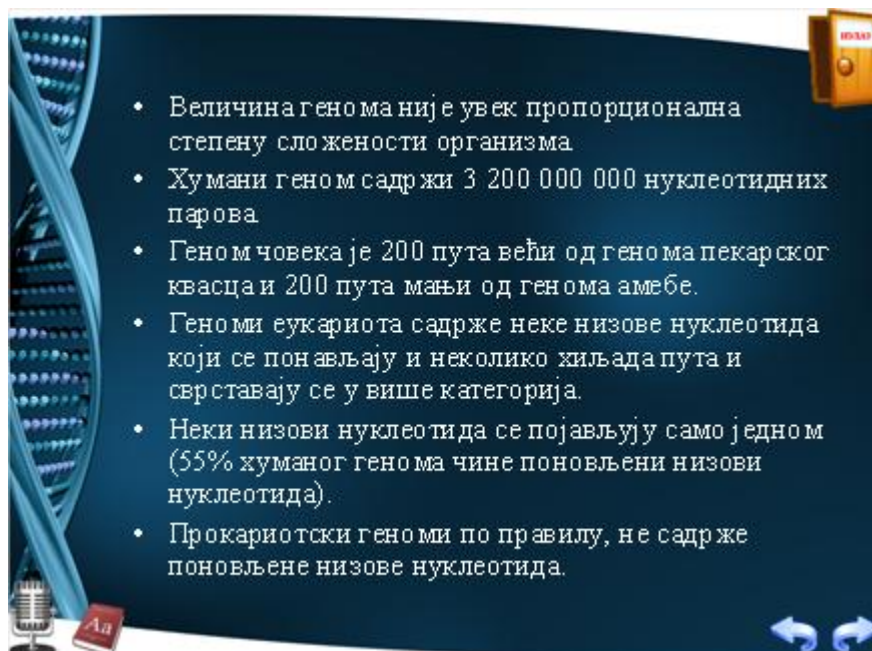
Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Након успешног решавања теста за уводни део градива, ученици самостално реализују садржаје наставне јединице *Геном и ген*, помоћу електронског уџбеника. Презентација за обраду тог градива се састоји од 14 слајдова, који обилују додатним презентацијама за проширивање знања и са занимљивим чињеницама из те области. У првих 6 слајдова описује се појам и структура генома.



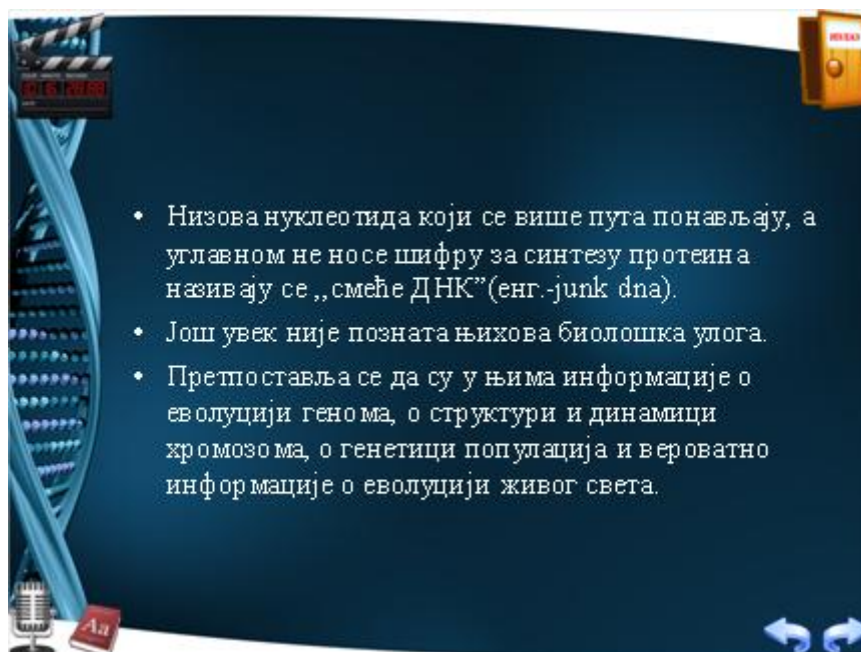
Слика 85. Први слајд обраде наставног садржаја генома

Слајд садржи и додатну презентацију *Информација више* у циљу проширивања знања. Та презентација садржи информације о еукариотском геному, као и интернет адресу базе података примарне структуре генома „модел организама”. Такође на последњем слајду презентације налази се и филм о Пројекту људског генома, како би се ближе упознали са значајем његових истраживањима.



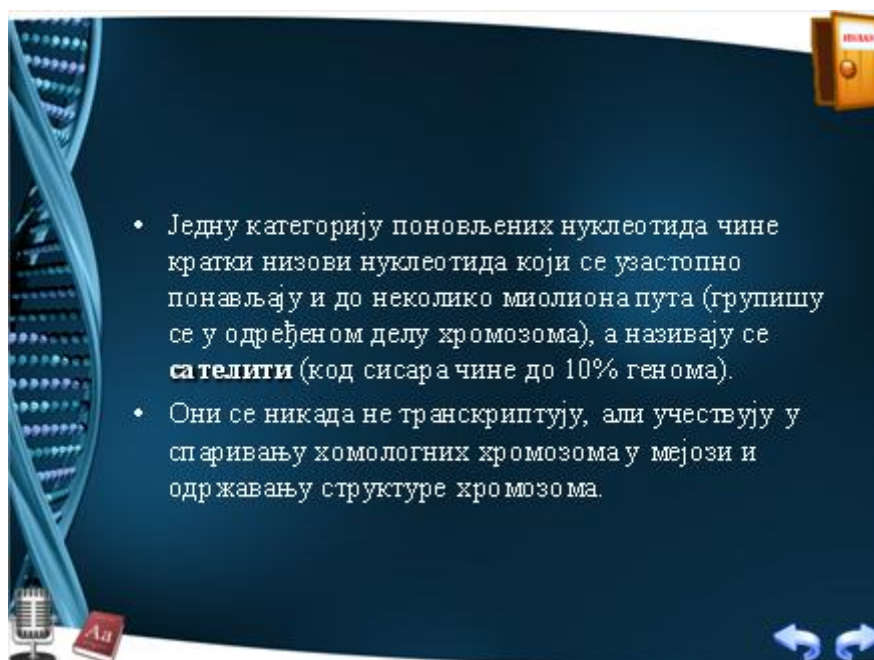
Слика 86. Други слајд обраде наставног садржаја генома

Ученици се први пут сусрећу са деловима ДНК молекула који не носе шифру за синтезу протеина, због чега су врсте и улоге таквих низова укратко објашњене у наредним слајдовима.



Слика 87. Слајд обраде „junk dna”

Ради лакшег разумевања овог дела градива, ученици могу погледати и *филм* у којем је на сликовит начин објашњен појам „смеће ДНК”.

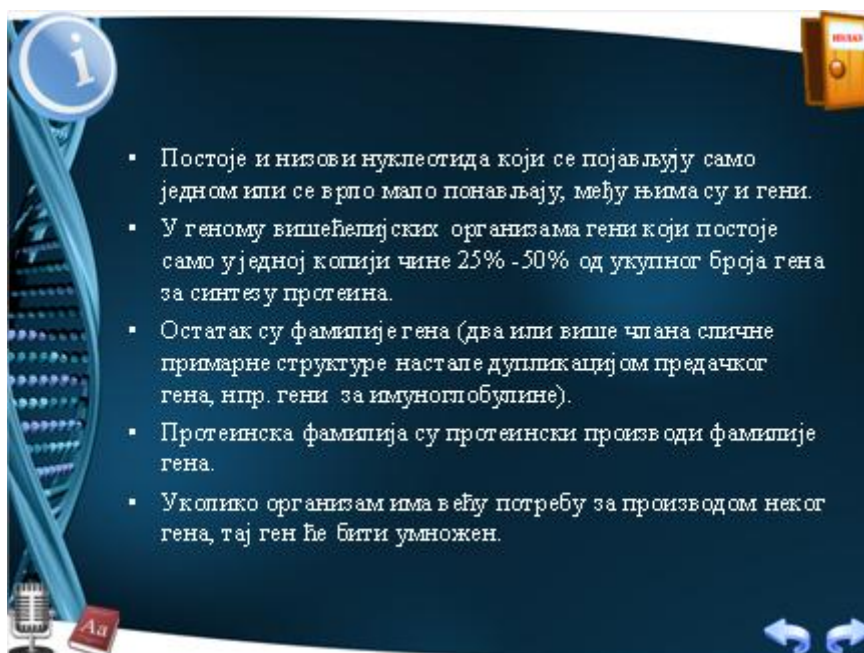


Слика 88. Слајд обраде нуклеотида сателита



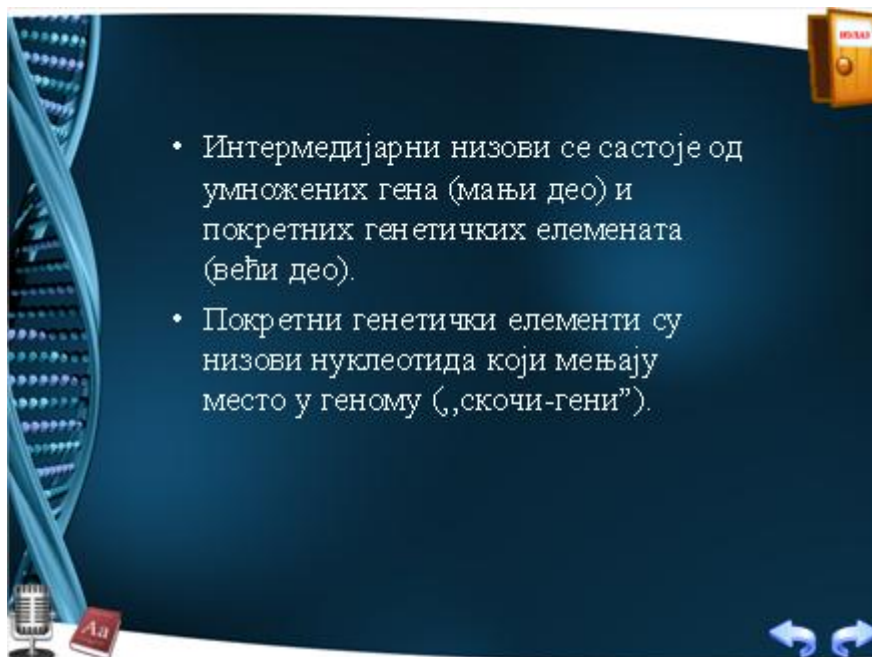
Слика 89. Слајд обраде интермедијарне ДНК

Док ученици самостално раде на реализацији наставних садржаја, наставник их обилази и контролише њихов рад.

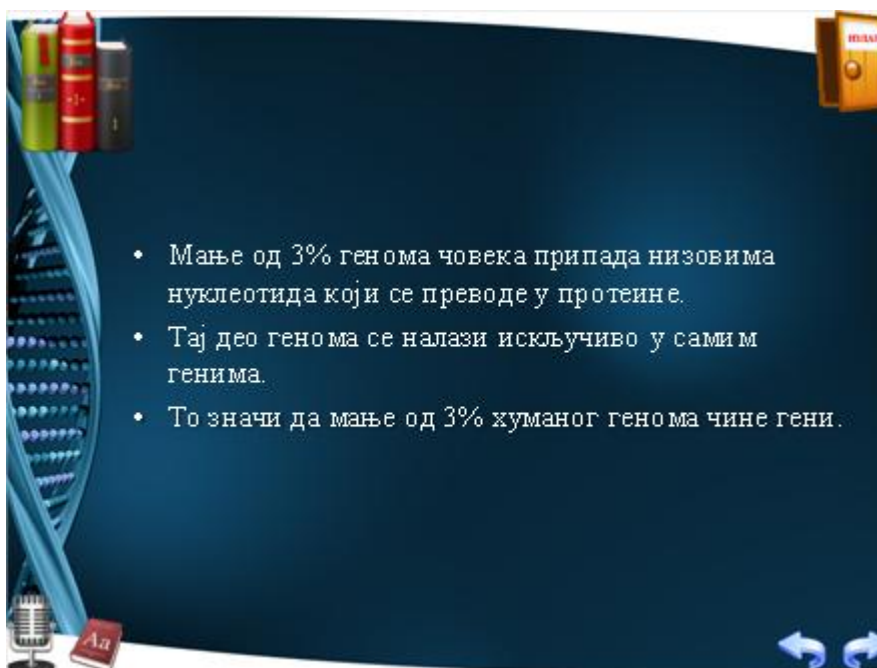


Слика 90. Слајд обраде појма гена

Слајд садржи и додатну презентацију *Информација више* у којој су објашњени хумани узастопно поновљени гени.



Слика 91. Слајд обраде еукариотског генома

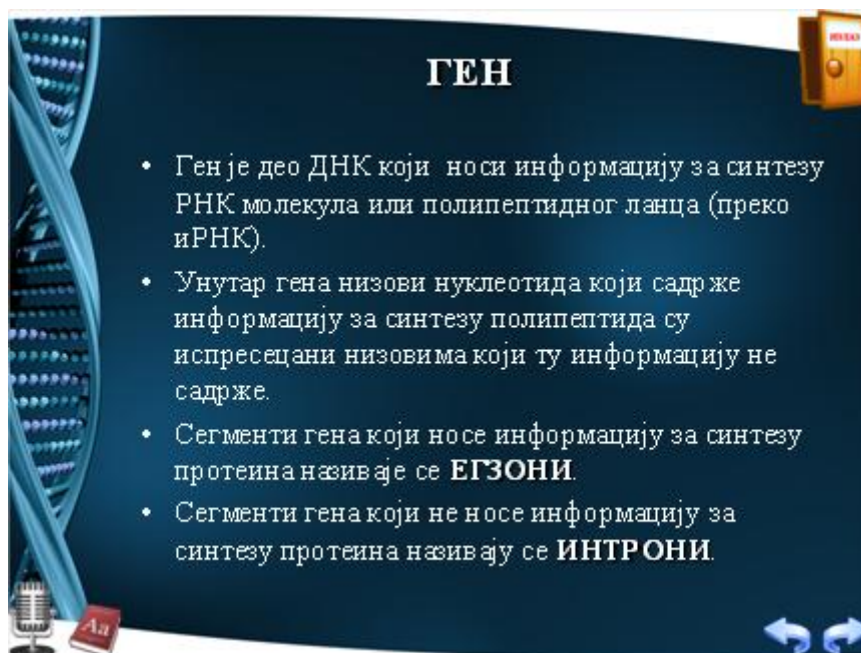


Слика 92. Слајд обраде хуманог генома

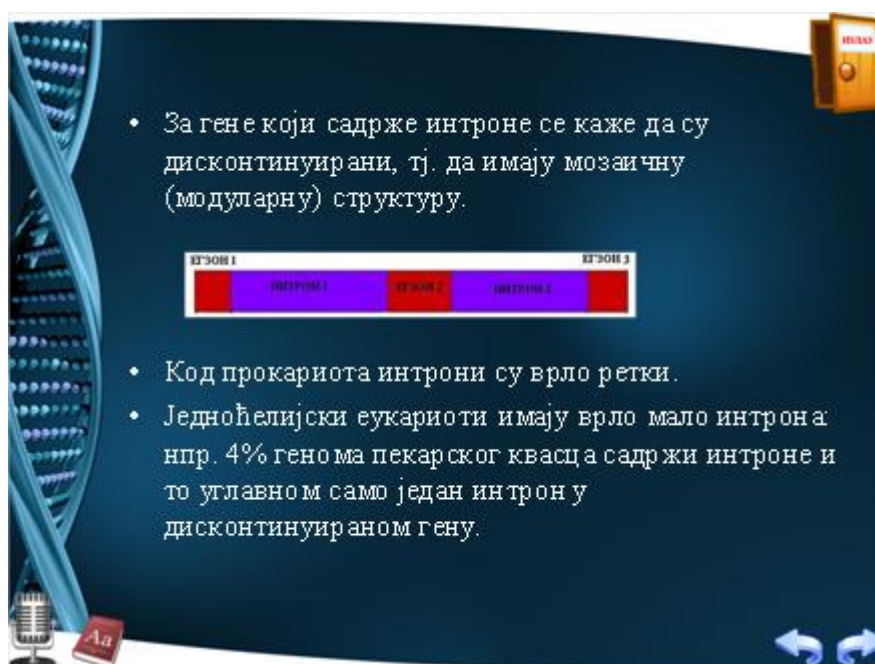
Овај слајд садржи и додатну презентацију *Занимљивости* у којој је дата рачуница за низове нуклеотида у типичним еукариотским и у хуманим ћелијама. На овај начин ученици могу математичко знање применити у биолошким садржајима.

Остатак презентације обрађује појам, грађу и улогу гена. Изузетно је важно да ученици схвате грађу гена и њихов значај, како би касније разумели остале биолошке

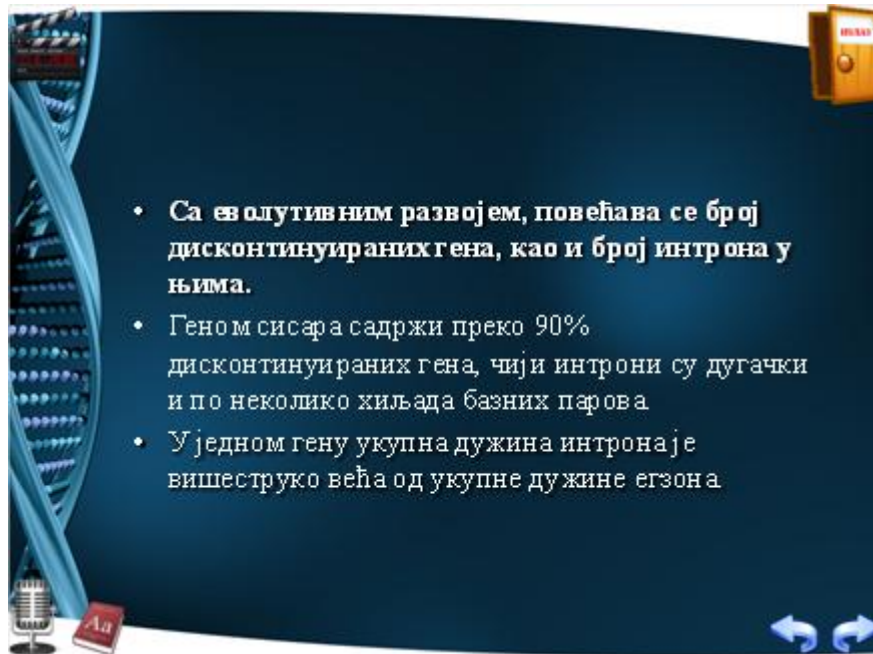
садржаје, не само из молекуларне биологије, већ и из осталих наставних тема које се обрађују у 4. разреду гимназије природно-математичког смера.



Слика 93. Слајд обраде појма и грађе гена



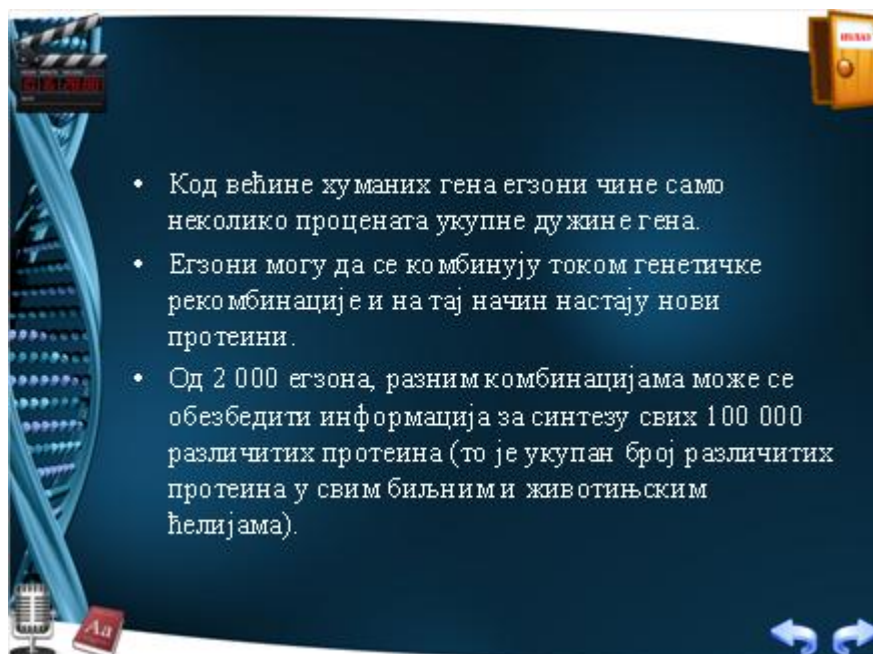
Слика 94. Слајд обраде појма дисконтинуираних гена



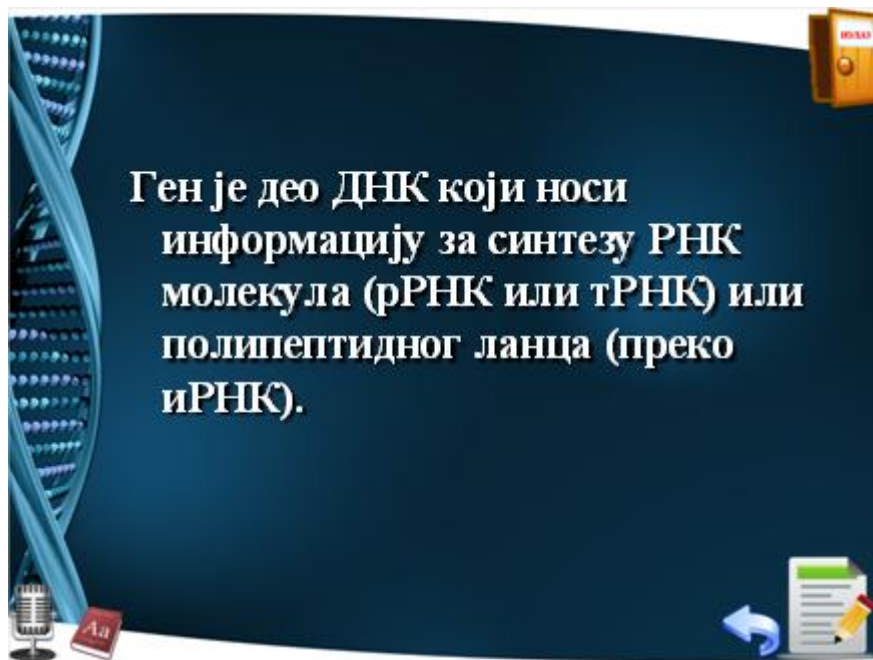
Слика 95. Слајд обраде еволуирања дисконтинуираних гена

Слајд садржи и *филм* у којем је на сликовит начин објашњен појам и еволуција генома.

Такође и наредни слајд садржи *филм* Један ген-један протеин у којем је детаљно описана грађа хуманих гена и њихова улога у синтези протеина.



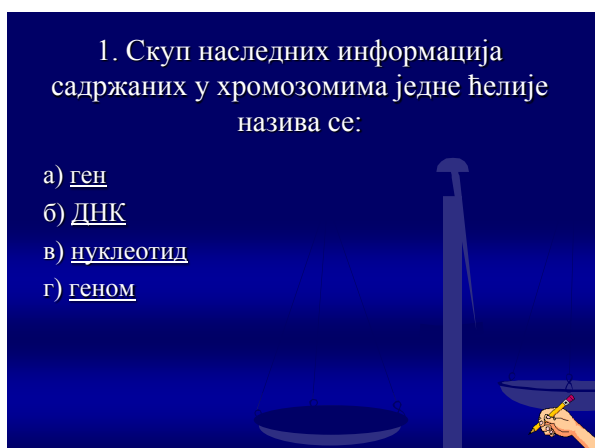
Слика 96. Слајд обраде егзона у хуманим генима



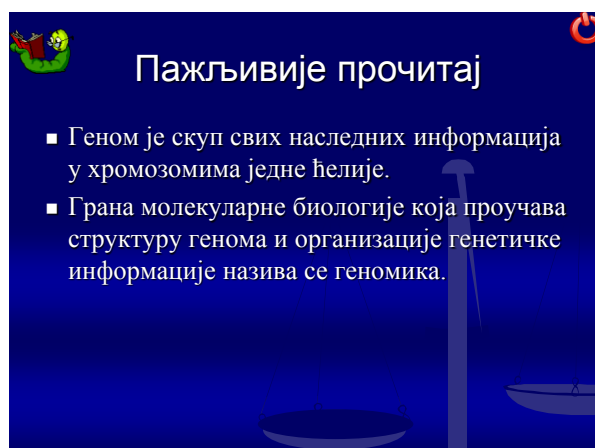
Слика 97. Завршни слајд презентације обраде градива Геном и ген

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања:

Након реализације градива наставне јединице *Геном и ген*, ученици преко последњег слајда презентације за обраду градива, приступају тесту за проверу усвојених знања. Сваки ученик самостално приступа решавању пет питања која су из кључних делова обрађеног градива, при чему по потреби користе информације за понављање одређених делова градива. Питања у тесту, као и подсетници за њих су следећи:




Слика 98. Прво питање теста



Слика 99. Подсетник за 1. питање

2. Серије поновљених низова нуклеотида који су груписани у одређеним регионима хромозома називају се:


- а) сателити
- б) интермедијарна ДНК
- в) фамилије гена
- г) покретни генетички елементи



Слика 100. Друго питање теста

Размисли поново


- Једну категорију поновљених нуклеотида чине кратки низови нуклеотида који се узастопно понављају и до неколико милиона пута (групишу се у одређеном делу хромозома), а називају се **сателити**.
- Другу категорију чине **интермедијарне ДНК**, које су у облику дужих или краћих поновљених низова нуклеотида који су расути по целом геному. У те низове спадају: фамилије гена, узастопно поновљени гени и покретни генетички елементи.



Слика 101. Подсетник за 2. питање

3. Сегменти гена који носе информацију за синтезу протеина називају се:


- а) сплајсозоми
- б) интрони
- в) егзони
- г) геном



Слика 102. Треће питање теста

Понови

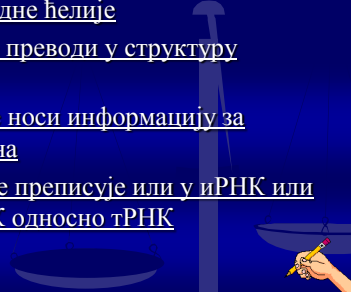
- Унутар гена низови нуклеотида који садрже информацију за синтезу полипептида су испресецани низовима који ту информацију не садрже.
- Сегменти гена који носе информацију за синтезу протеина су **ЕГЗОНИ**.



Слика 103. Подсетник за 3. питање


4. Интрон је:

- а) скуп наследних информација садржаних у хромозомима једне ћелије
- б) сегмент који се преводи у структуру протеина
- в) сегмент који не носи информацију за синтезу протеина
- г) део ДНК који се преписује или у иРНК или у молекул рРНК односно тРНК

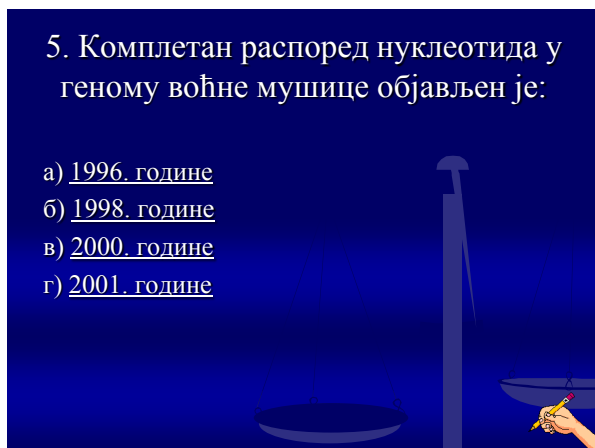


Слика 104. Четврто питање теста

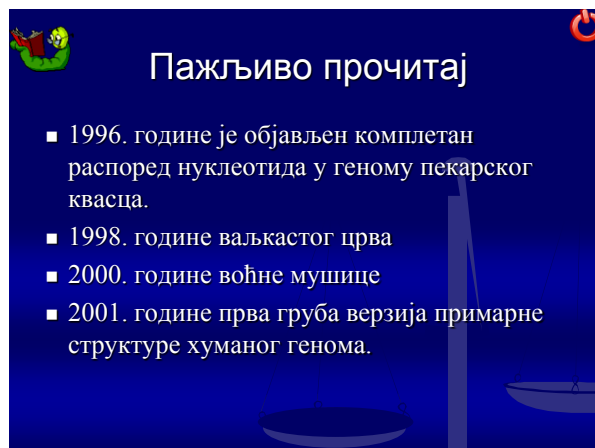
- Сегменти гена који не носе информацију за синтезу протеина називају се **ИНТРОНИ**.
- За гене који садрже интроне се каже да су дисконтинуирани, тј. да имају мозаичну (модуларну) структуру.



Слика 105. Подсетник за 4. питање



Слика 106. Пето питање теста



Слика 107. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник прекида рад ученика и покреће дискусију како би сагледао степен усвојености биолошких знања из области гена и генома.

Етапа 6. Домаћи задатак:

После завршене дискусије, наставник задаје за домаћи задатак да ученици истраже резултате истраживања људског генома и да наведу положаје бар три гена који имају утицај на здравље људи. Такође, ученици који нису завршили тест за проверу усвојених знања, да га ураде код куће.

7.3.7. Репликација ДНК

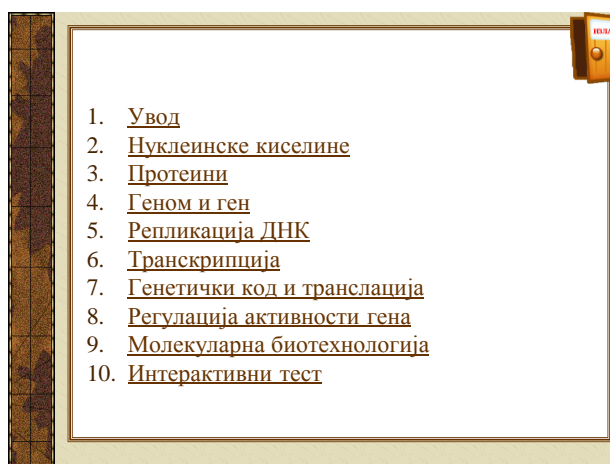
Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Репликација ДНК
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	– Усвајање појма репликације – Разумевање одвијања процеса репликације
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о значају репликације
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво-познаје појам репликације II ниво- разуме процес репликације III ниво- дискутује значај репликације
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4.

- ученике:** разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
- Литература за наставника:**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.
 - Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.
 - <http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
 - Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Покретање електронског уџбеника и одабир наставне јединице:

Ученици самостално покрећу интерактивни електронски уџбеник и из садржаја теме *Основи молекуларне биологије*, бирају наставну јединицу *Репликација ДНК*.



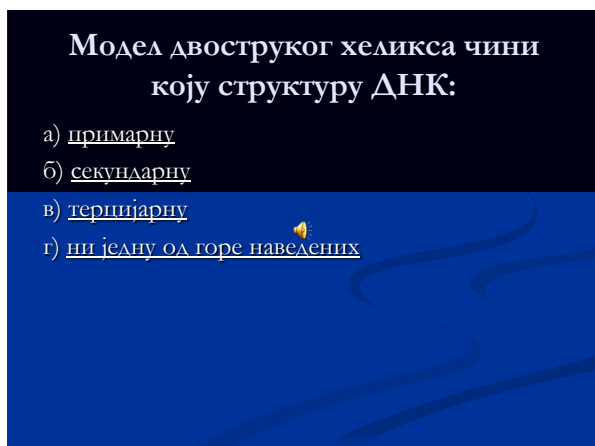
Слика 108. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије



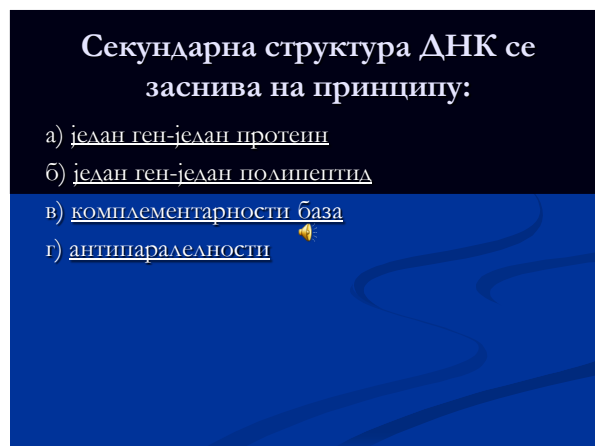
Слика 109. Насловни слајд наставне
јединице Репликација ДНК

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

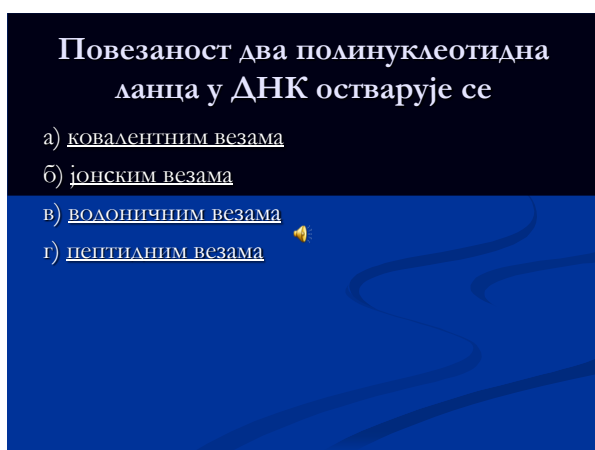
Ученици самостално решавају тест од 3 питања из области грађе и структуре молекула ДНК, чије понављање ће олакшати усвајање новог градива. Питања у том тесту су следећа:



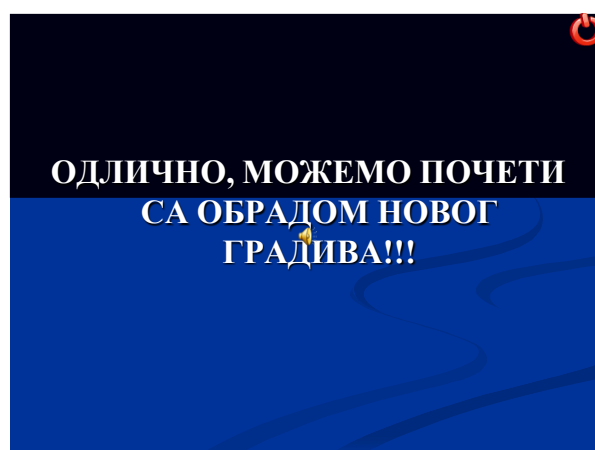
Слика 110. Прво питање теста



Слика 111. Друго питање теста



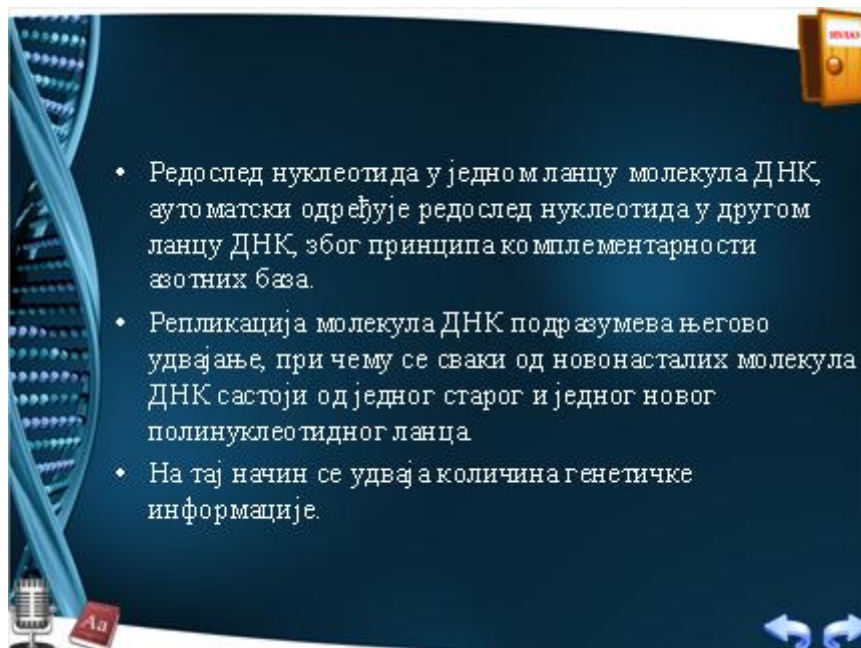
Слика 112. Треће питање теста



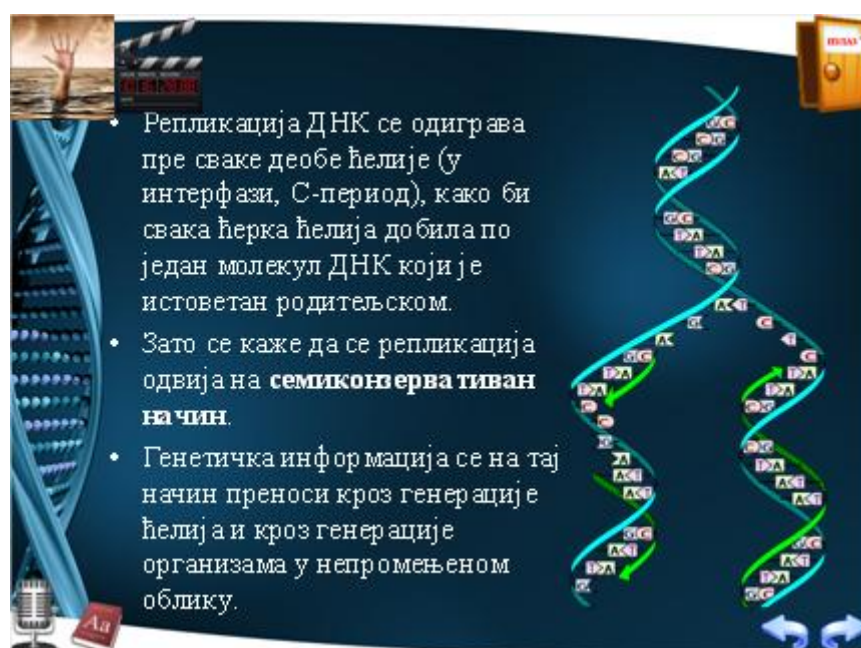
Слика 113. Завршни слајд теста

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Након успешног решавања уводног теста, ученици самостално покрећу презентацију за обраду градива наставне јединице *Репликација ДНК*. Презентација је кратка и састоји се од 7 слајдова, међутим обилује многобројним додатним презентацијама које ученицима олакшавају усвајање нових садржаја, као и презентацијама које проширују њихово знање.

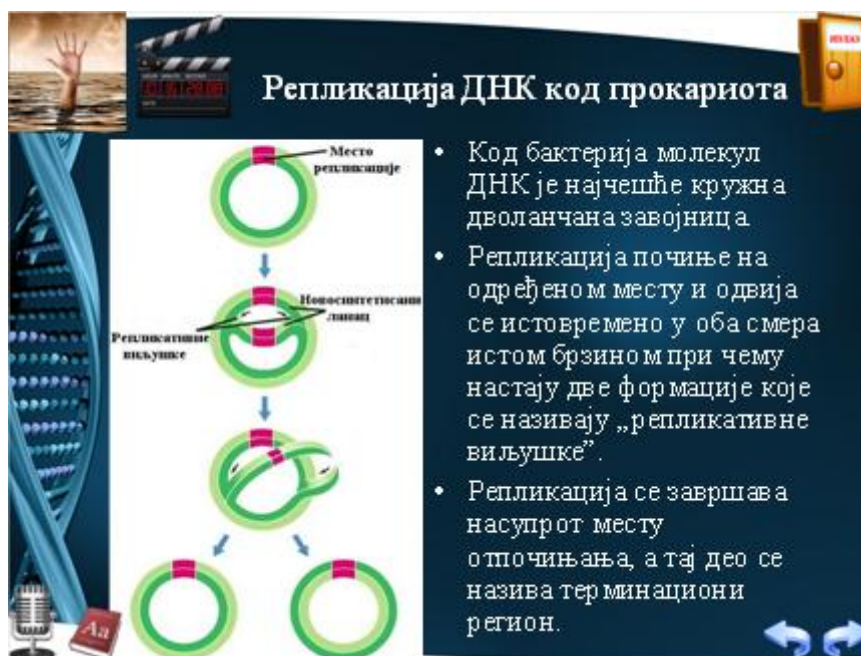


Слика 114. Слајд обраде појма репликације ДНК молекула



Слика 115. Слајд обраде појма семиконзервативан начин репликације

Слајд садржи и презентацију *Помоћ* која омогућава ученицима да се подсети животног циклуса ћелије (нарочито интерфазе, С периода у којем се и одвија процес Репликације). Такође, ради лакшег савладавања градива понуђен је и *филм* о основним деловима процеса репликације.

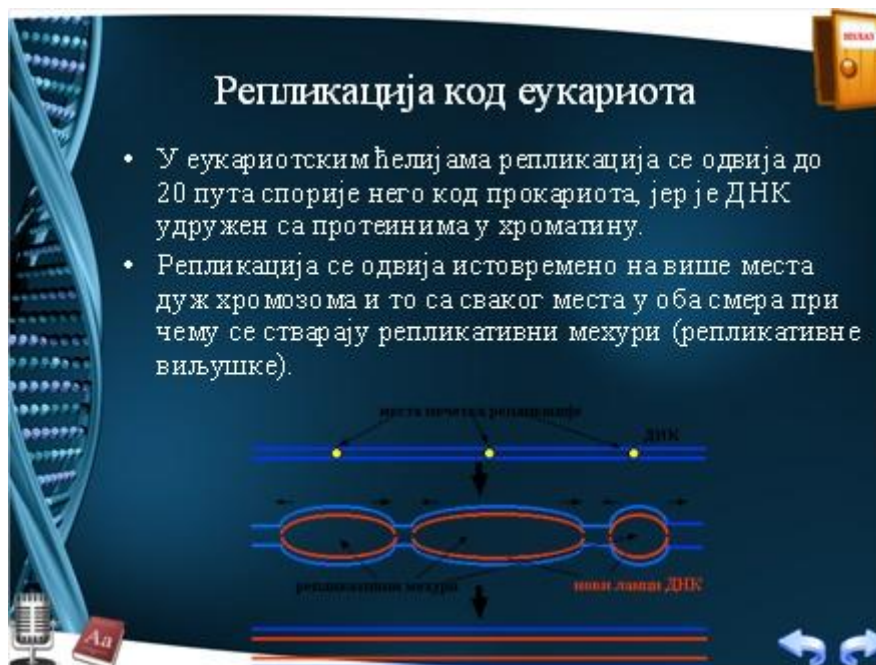


Репликација ДНК код прокариота

- Код бактерија молекул ДНК је најчешће кружна дволанчана завојница
- Репликација почиње на одређеном месту и одвија се истовремено у оба смера истом брзином при чему настају две формације које се називају „репликативне виљушке”.
- Репликација се завршава насупрот месту отпочињања, а тај део се назива терминациони регион.

Слика 116. Слајд обраде репликације прокариотске ДНК

Слајд садржи и презентацију *Помоћ*, која омогућава ученицима да се подсети грађе прокариотске ћелије, нарочито молекула ДНК. Такође се налази и *филм* који на сликовит начин објашњава репликацију прокариотске ДНК.

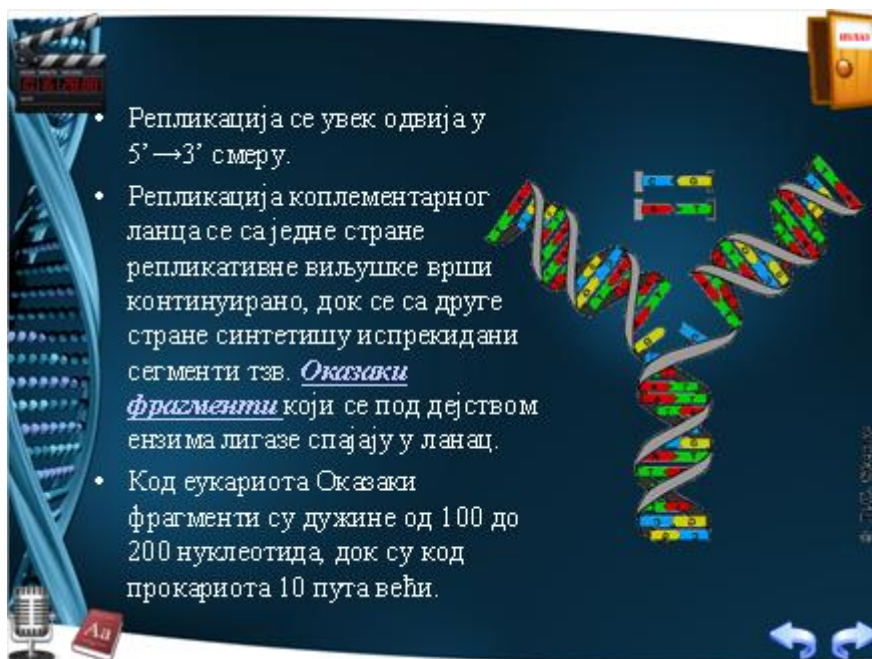


Репликација код еукариота

- У еукариотским ћелијама репликација се одвија до 20 пута спорије него код прокариота, јер је ДНК удружен са протеинима у хроматину.
- Репликација се одвија истовремено на више места дуж хромозома и то са сваког места у оба смера при чему се стварају репликативни межури (репликативне виљушке).

Слика 117. Слајд обраде репликативних межура код еукариота

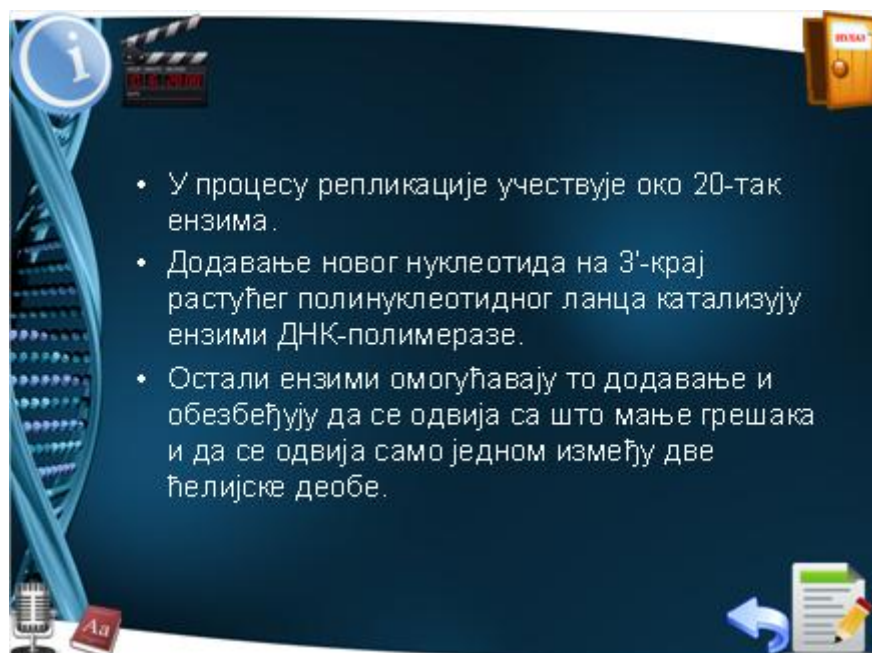
Док ученици раде самостално на рачунару, наставник надгледа њихов рад и по потреби сугерише, на шта да се нарочито обрати пажња.



Слика 118. Слајд обраде репликације еукариотске ДНК

Слајд садржи и анимацију која олакшава усвајање градива, као и *филм* у којем је на сликовит начин објашњен процес репликације еукариотске ДНК.

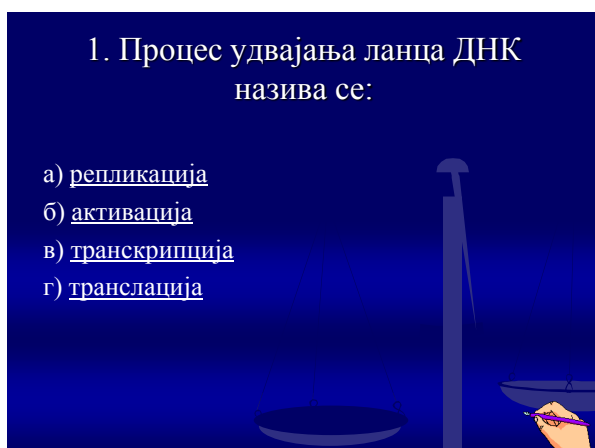
Последњи слајд презентације за обраду наставног садржаја Репликације ДНК, садржи додатну презентацију *Информација више* у којој су обрађени ензими који учествују у репликацији и њихова улога. Такође ученици могу погледати и *филм* како би лакше разумели дејство ДНК полимеразе.



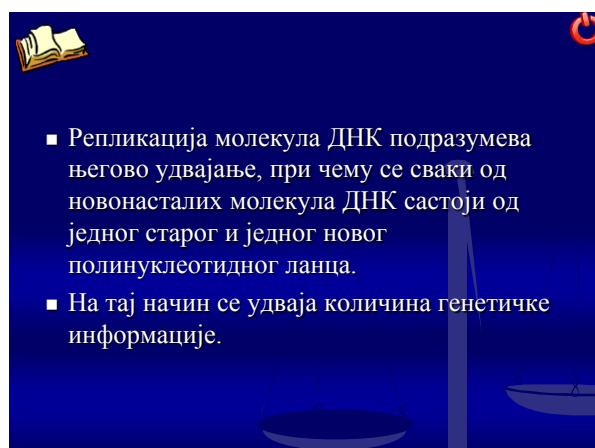
Слика 119. Завршни слајд презентације обраде наставне јединице Репликација ДНК

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања:

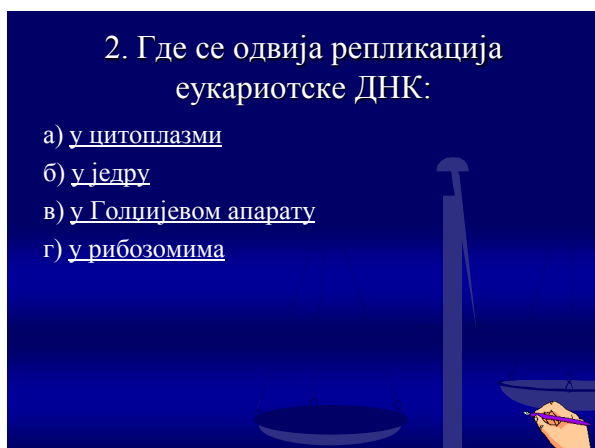
Након реализације градива *Репликација ДНК*, ученици приступају самостално, преко последњег слајда презентације за обраду градива, тесту за проверу усвојених знања. Тест се састоји од 5 питања из најважнијих делова процеса репликације. У току решавања теста, ученицима су на располагању додатне информације које ће им омогућити да лакше одговоре на постављена питања. Питања, као и подсетници за њих су следећа:



Слика 120. Прво питање теста



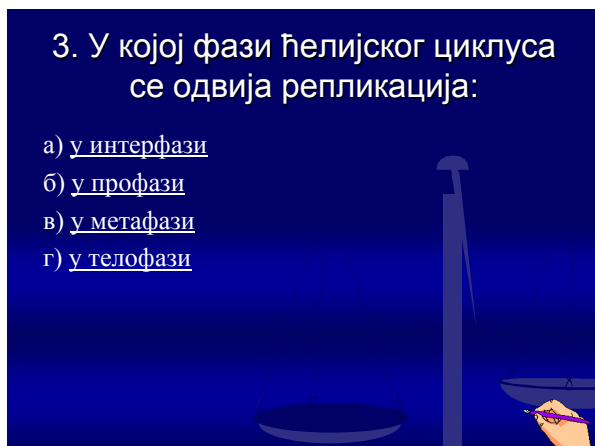
Слика 121. Подсетник за 1. питање



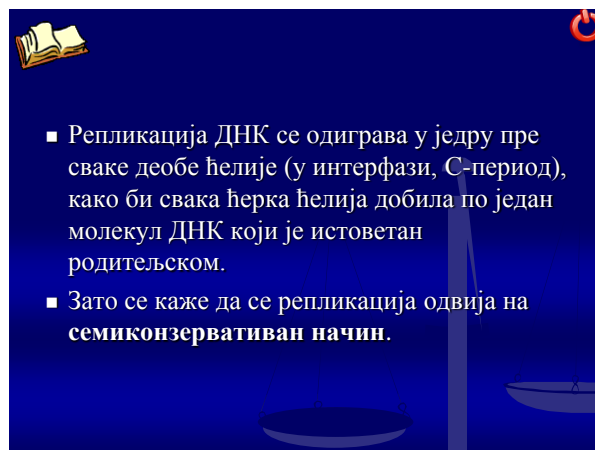
Слика 122. Друго питање теста



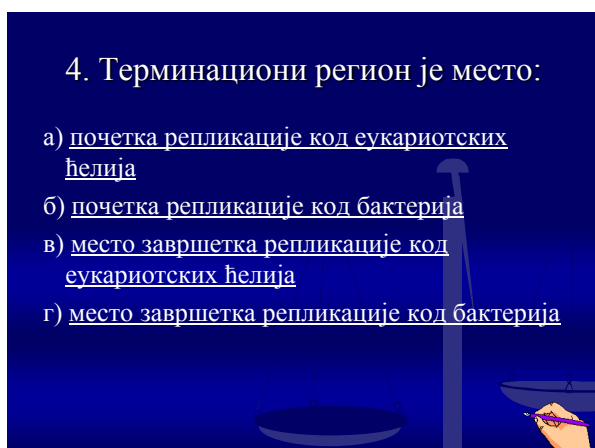
Слика 123. Подсетник за 2. питање



Слика 124. Треће питање теста



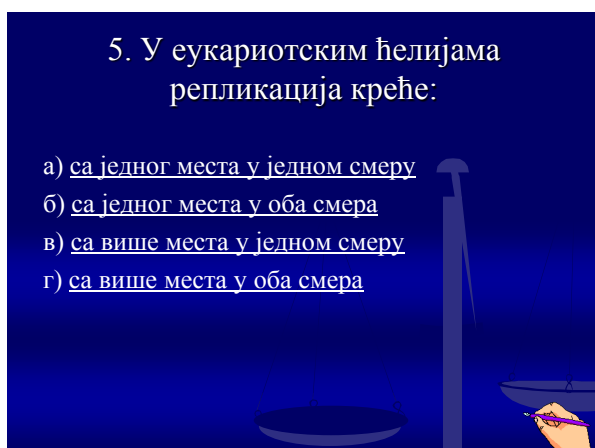
Слика 125. Подсетник за 3. питање



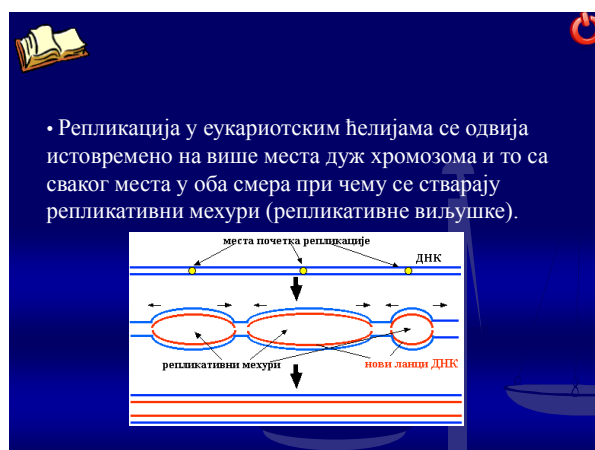
Слика 126. Четврто питање теста



Слика 127. Подсетник за 4. питање



Слика 128. Пето питање теста



Слика 129. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

Десетак минута пре краја часа, наставник прекида рад ученика и покреће дискусију како би сагледао степен усвојености знања ученика, са нарочитим освртом на значај правилне репликације у ћелијама.

Етапа 6. Домаћи задатак:

За домаћи задатак ученици добијају да истраже начине исправљања грешака приликом репликације, као и да ураде конкретан задатак:

Наспрам полинуклеотидног ланца ДНК:

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

какав ланац ће се синтетисати у процесу репликације?

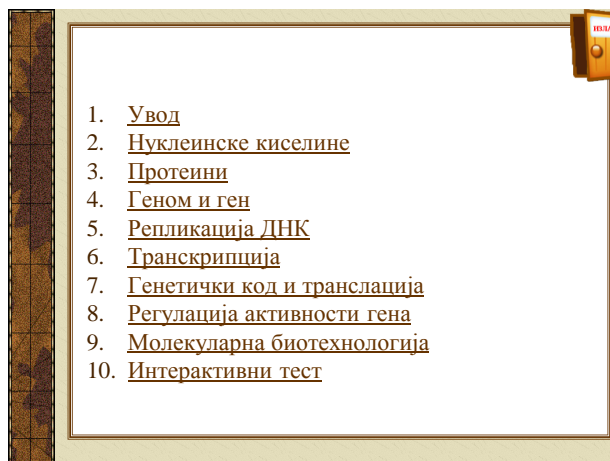
7.3.8. Транскрипција

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Транскрипција ДНК
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање појма транскрипције– Разумевање одвијања процеса транскрипције
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање интересовања о значају транскрипције
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво-познаје појам транскрипције II ниво- разуме процес транскрипције III ниво- дискутује значај транскрипције
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	<ul style="list-style-type: none">– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	<ul style="list-style-type: none">– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.– Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.– http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm– Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

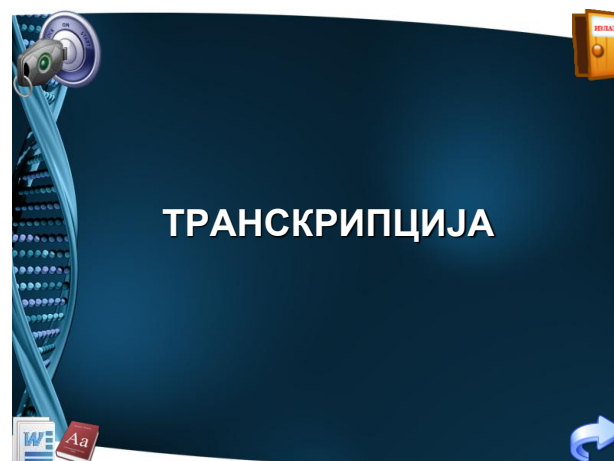
Ток часа:

Етапа 1. Покретање електронског уџбеника и одабир наставне јединице:

Ученици самостално из садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије*, одабирају наставну јединицу *Транскрипција*, преко следећих слајдова:



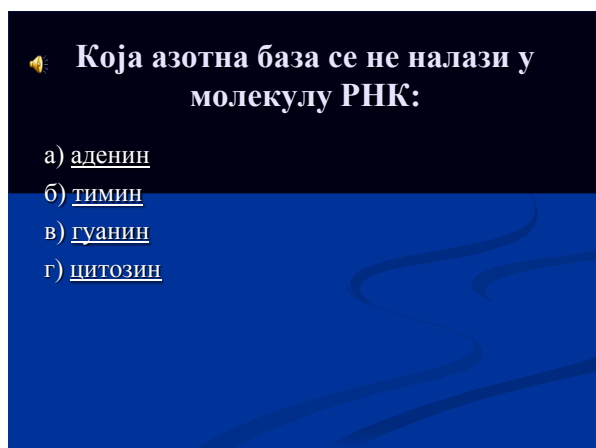
Слика 130. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије



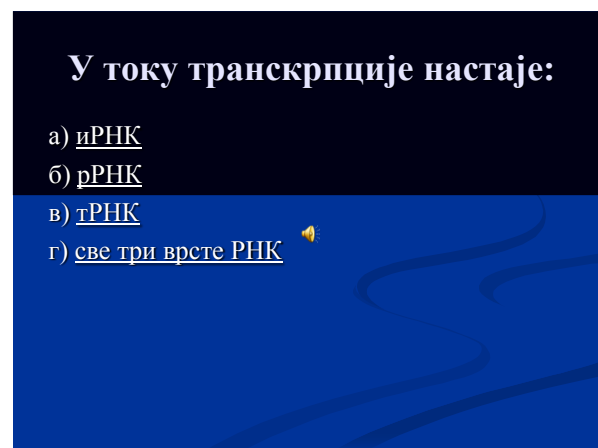
Слика 131. Насловни слајд наставне
јединице Транскрипција

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

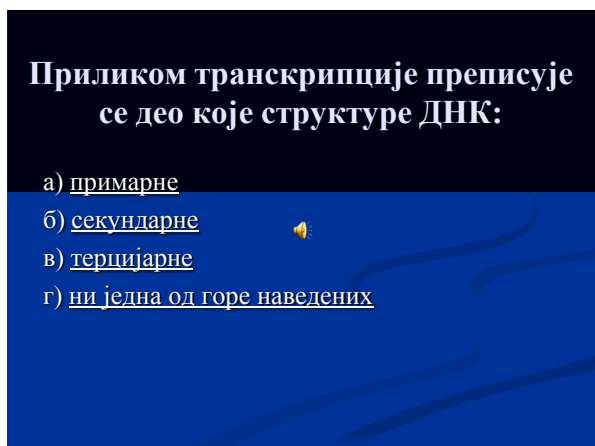
Ученици самостално решавају тест од 3 питања из области грађе и структуре молекула ДНК и РНК и комплементарности база, чије понављање ће олакшати усвајање новог градива. Слајдови са питањима су следећи:



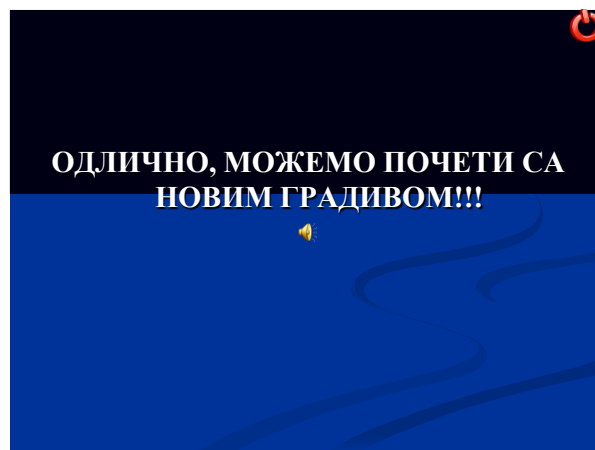
Слика 132. Прво питање теста



Слика 133. Друго питање теста



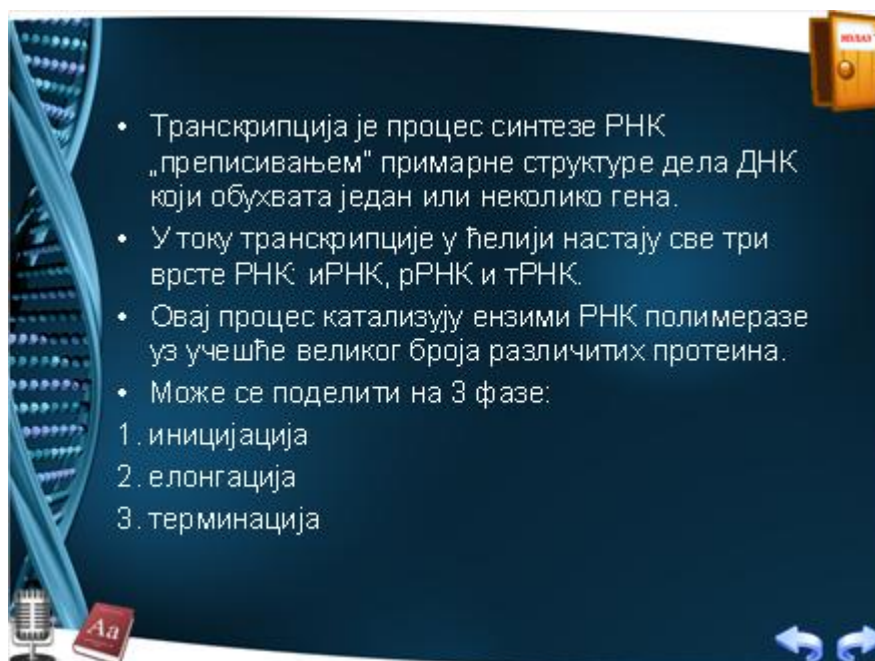
Слика 134. Треће питање теста



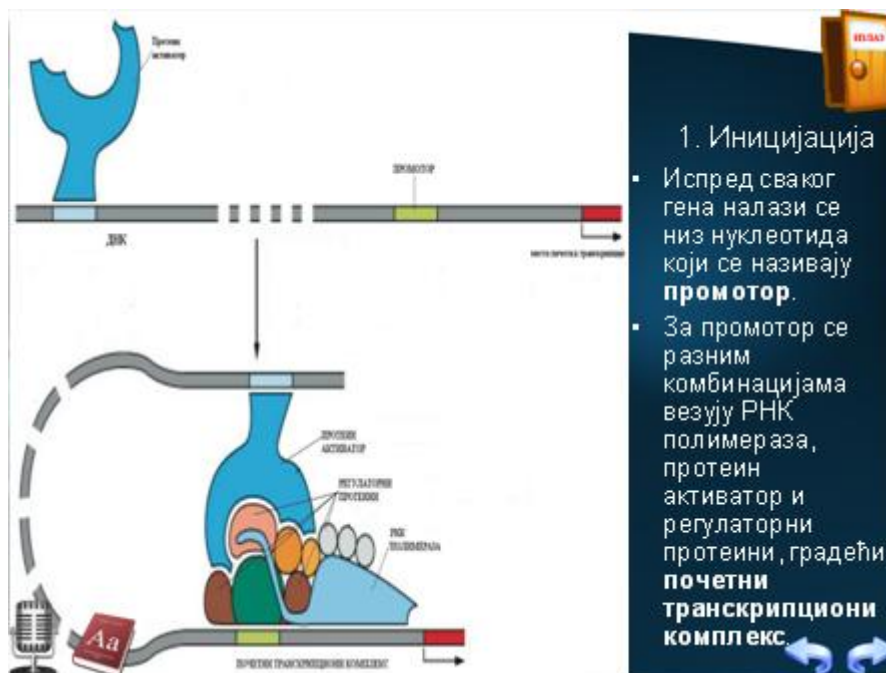
Слика 135. Завршни слајд презентације
за уводни део часа

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

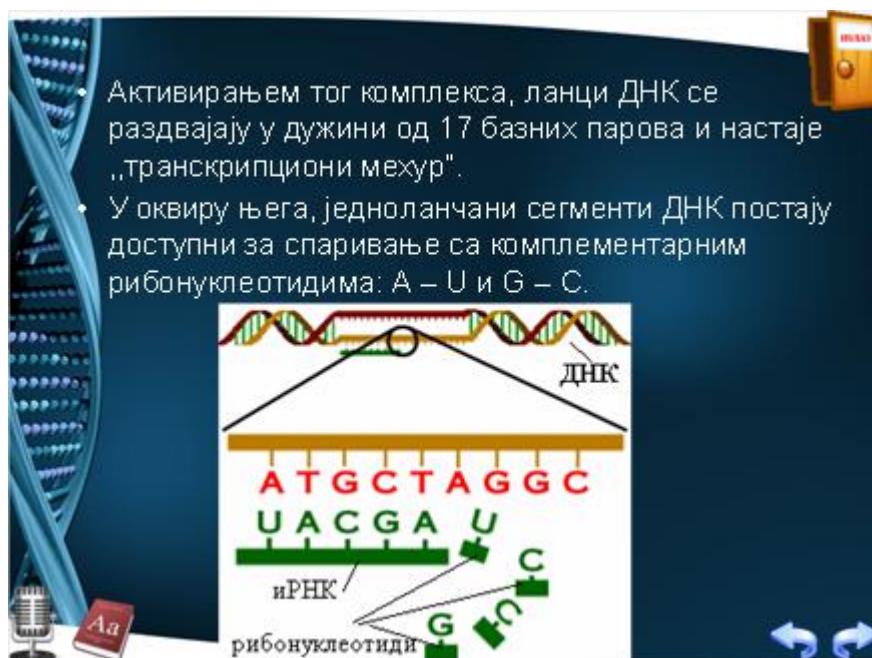
Након успешног решавања уводног теста, ученици самостално покрећу презентацију за обраду градива наставне јединице *Транскрипција*. Презентација се састоји од 10 слајдова и обилује филмовима и допунским информацијама у циљу лакшег усвајања градива. Садржај презентације је:



Слика 136. Слајд обраде појма транскрипције



Слика 137. Слајд обраде фазе Иницијације



Слика 138. Слајд обраде „транскрипционог мехура”

Наредни слајд садржи и *филм* у којем је на сликовит начин објашњен процес транскрипције, нарочито прве и друге фазе, што ученицима олакшава разумевање механизма тог процеса.

2. Елонгација

- РНК полимераза се креће дуж ланаца ДНК, додајући по један рибонуклеотид на 3' крај растућег ланца РНК.
- Помоћу ензима у ланац РНК уграђује се комплементаран рибонуклеотид наспрам нуклеотида у ДНК ланцу који има улогу матрице.
- Са ензимом креће се и транскрипциони мехур који је увек исте величине.
- Растући ланац РНК је увек само својим 3' крајем везан за ДНК, са којим гради комплекс дужине 12 базних парова.
- 5' крај РНК се постепено ослобађа.

Слика 139. Слајд обраде фазе Елонгације

3. Терминација

- Један од начина завршетка транскрипције је промена конфигурације РНК полимеразе.
- Тако измењен ензим зауставља транскрипцију и новосинтетисани ланац РНК, се одваја од ДНК матрице.
- Новосинтетисани ланац РНК се назива примарни транскрипт и он је верна копија гена на којем је синтетисан.
- У ћелији постоје контролни механизми који обезбеђују да се у области једног гена преписује само један, увек исти ланац ДНК.

Слика 140. Слајд обраде фазе Терминације

Слајд садржи *филм* у којем је детаљно описан процес траскрипције, што ученицима олакшава усвајање наставног градива.

Док ученици раде самостално на рачунару, наставник контролише њихов рад и по потреби сугерише на шта да се обрати пажња.

Транскрипција код прокариота...

- ...се одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК.
- иРНК је разне дужине полуживота.
- Транскрипција започиње онда када је ћелији потребан одређени протеин и после неколико циклуса транслације иРНК се разграђује.
- Када је прокариотском организму поново потребан тај протеин, транскрипција ће опет започети.

Слика 141. Слајд обраде процеса транскрипције у прокариотским ћелијама

Слајд садржи и додатну презентацију *Помоћ*, у којој су приказане основне карактеристике прокариотске и еукариотске ћелије, како би лакше усвојили нове наставне садржаје.

Транскрипција код прокариота...

- За РНК полимеразу се везује сигма ф актор који препознаје промоторни регион на ДНК.
- Када РНК полимераза пређе у ф азу елонгације, сигма ф актор се ослобађа.
- Транскрипција се врши у смеру 3'→5' ланца ДНК.
- Новосинтетисана иРНК расте у смеру 5'→3'.
- Када се заврши преписивање гена, РНК полимераза се отпушта, као и иРНК.

Слика 142. Слајд обраде процеса транскрипције у прокариотским ћелијама

Слајд садржи и кратки *филм* у којем је на сликовит начин објашњена транскрипција код прокариота, што умногоме олакшава разумевање тог наставног градива.

Транскрипција код еукариота

- За разлику од прокариотског производа транскрипције, еукариотски примарни транскрипт није функционалан.
- Обрада примарног транскрипта се одвија у једру.
- Још у току транскрипције на 5' крај примарног транскрипта додаје се 7-метил-гуанозин и добија се структура **5'-капа** (на том месту ће се везати рибозоми).
- На 3' крају се додаје низ од 100 до 200 аденинских нуклеотида, тзв. **поли-А реп** (утиче на стабилност иРНК и њен транспорт у цитоплазму из једра).
- **Примарни транскрип је дужи од иРНК.**

Слика 143. Слајд обраде процеса транскрипције у еукариотским ћелијама

Слајд садржи и *филм* Процес стварања иРНК, којим се ученицима олашава разумевање процеса транскрипције у еукариотским ћелијама.

- Са примарног транскрипта исецају се интрони и спајају егзони у сплајсозомима.
- Различитим начином обраде транскрипта може се од једног транскрипта добити неколико различитих протеина. То је **алтернативна обрада транскрипта**.
- Током еволуције алтернативна обрада транскрипта је брз и економичан начин настајања нових протеина.
- Код еукариота транскрипција и транслација су временски и просторно одвојене.

Слика 144. Завршни слајд презентације за обраду наставне јединице Транскрипција

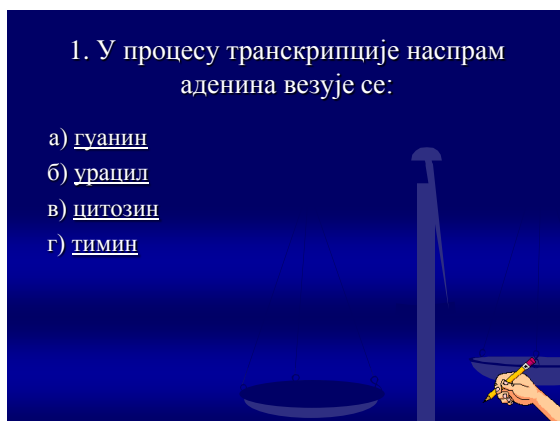
Слајд садржи и *филм* у којем је на сликовит начин објашњено исецање интрона и спајање егзона у сплајсозомима, што олакшава ученицима разумевање механизма обраде примарног транскрипта.

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања:

Након реализације градива *Транскрипција*, ученици приступају самостално, преко последњег слајда презентације за обраду градива, тесту за проверу усвојених знања. Тест се састоји од 5 питања из најважнијих делова процеса транскрипције. У току решавања теста, ученицима су на располагању додатне информације које ће им омогућити да лакше одговоре на постављена питања. Презентација теста се састоји од следећих слајдова:

1. У процесу транскрипције наспрам аденина везује се:

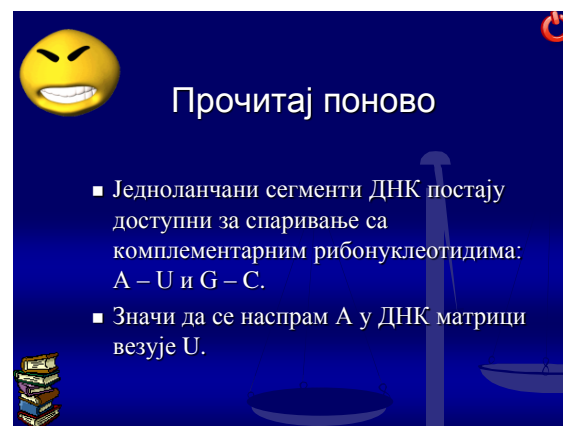
- а) гуанин
- б) урацил
- в) цитозин
- г) тимин



Слика 145. Прво питање теста

Прочитај поново

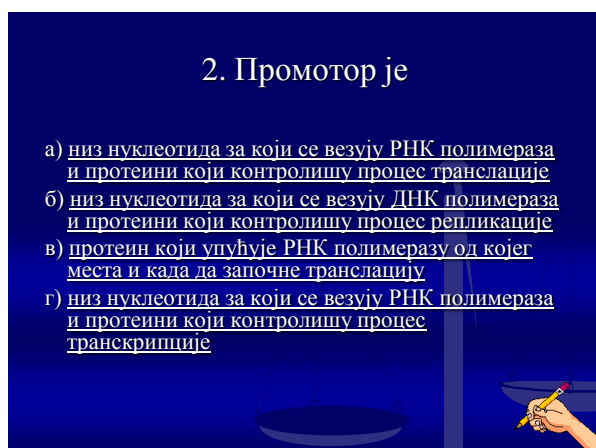
- Једноланчани сегменти ДНК постају доступни за спаивање са комплементарним рибонуклеотидима: А – У и Г – С.
- Значи да се наспрам А у ДНК матрици везује У.



Слика 146. Подсетник за 1. питање

2. Промотор је

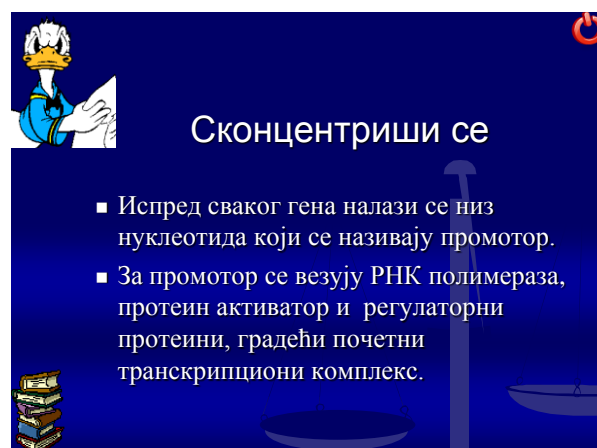
- а) низ нуклеотида за који се везују РНК полимеразе и протеини који контролишу процес транслације
- б) низ нуклеотида за који се везују ДНК полимеразе и протеини који контролишу процес репликације
- в) протеин који упућује РНК полимеразу од којег места и када да започне транслацију
- г) низ нуклеотида за који се везују РНК полимеразе и протеини који контролишу процес транскрипције



Слика 147. Друго питање теста

Сконцентриши се

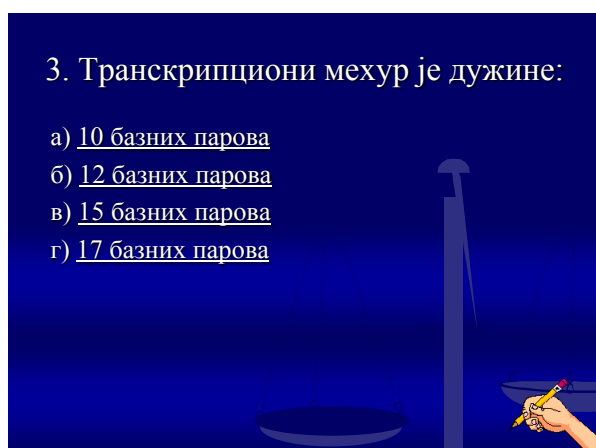
- Испред сваког гена налази се низ нуклеотида који се називају промотор.
- За промотор се везују РНК полимеразе, протеин активатор и регулаторни протеини, градећи почетни транскрипциони комплекс.



Слика 148. Подсетник за 2. питање

3. Транскрипциони мехур је дужине:

- а) 10 базних парова
- б) 12 базних парова
- в) 15 базних парова
- г) 17 базних парова



Слика 149. Треће питање теста

Понови


- Активирањем почетног транскрипционог комплекса, ланци ДНК се раздвајају у дужини од 17 базних парова и настаје „транскрипциони мехур“.



Слика 150. Подсетник за 3. питање

4. Код прокариота још у току транскрипције почиње:

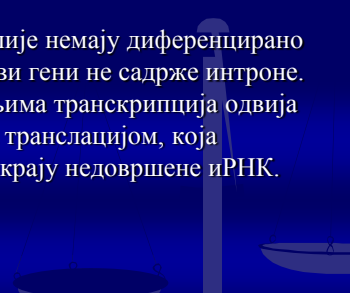

- а) стварање поли-А-репа
- б) стварање 5' капе
- в) стварање протеина
- г) исечање интрона



Слика 151. Четврто питање теста

Подсети се


Прокариотске ћелије немају диференцирано једро, а и њихови гени не садрже интроне. Због тога се у њима транскрипција одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК.



Слика 152. Подсетник за 4. питање

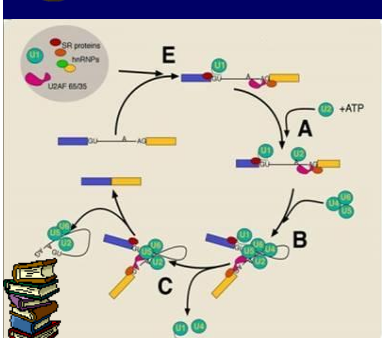
5. Унутар сплајсозома врши се:

- а) транслација
- б) исечање интрона
- в) дуплирање интрона
- г) активирање тРНК

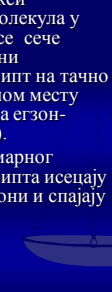


Слика 153. Пето питање теста

Размисли



- Сплајсозоми су комплекси макромолекула у којима се сече примарни транскрипт на тачно одређеном месту (граница егзон-интрон).
- Са примарног транскрипта исечају се интрони и спајају егзони.



Слика 154. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

Десетак минута пре краја часа, наставник прекида рад ученика и покреће дискусију како би сагледао степен усвојености знања ученика.

Етапа 6. Домаћи задатак:

За домаћи рад ученици добијају конкретан задатак:

1. Ако матрични полинуклеотидни ланац ДНК изгледа овако:

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

Како изгледа транскриптована РНК?

2. Како изгледа нематрични полинуклеотидни ланац ДНК, ако је иРНК:

C-G-U-U-A-G-A-U-C-A-G-U

Час реализације наставне јединице Транскрипција је одржан и на 2. Међународној конференцији гимназија ЗК, као пример добре праксе, а писана припрема за тај час је објављена у Зборнику радова са конференције (Терзић, 2011). Услови у којима је реализован час су морали бити делимично промењени због снимања часа (час

су пратили учесници и гости конференције у сали) и симултаног превода на више страних језика. Детаљна писана припрема за тај час је изгледала овако:

АРТИКУЛАЦИЈА ЧАСА

Уводни део часа (5-10 минута):

У уводном делу часа професор фронталним обликом рада и демонстративно-илустративном и вербално-текстуалном наставном методом (дијалогом), помоћу слајдова из презентације Транскрипција- Уводни део часа систематизује претходно стечена знања о грађи нуклеинских киселина и њиховој улози. У овом делу часа се истиче назив наставне јединице и циљ наставног часа.

Основни део часа (30-35 минута):

Комбинацијом вербално-текстуалне и демонстративно-илустративне методе и комбинацијом фронталног и индивидуалног облика рада, помоћу електронског уџбеника направљеног за потребе наставе биологије у 4. разреду гимназије природно-математичког смера, ученици се упознају са начином преноса наследне информације са ДНК на иРНК.

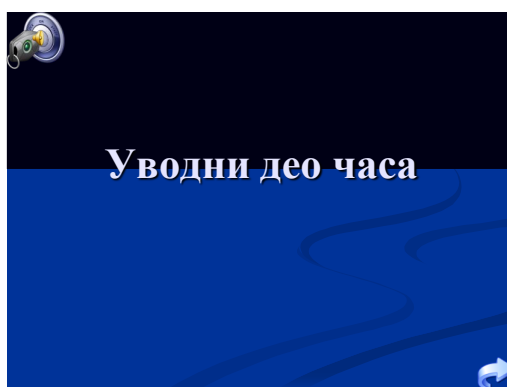
Завршни део часа (5 минута):

Вербално-текстуалном методом и индивидуалним обликом рада, ученици примењују стечено знање решавањем задатака у делу презентације Питања за проверу знања.

ТОК ЧАСА

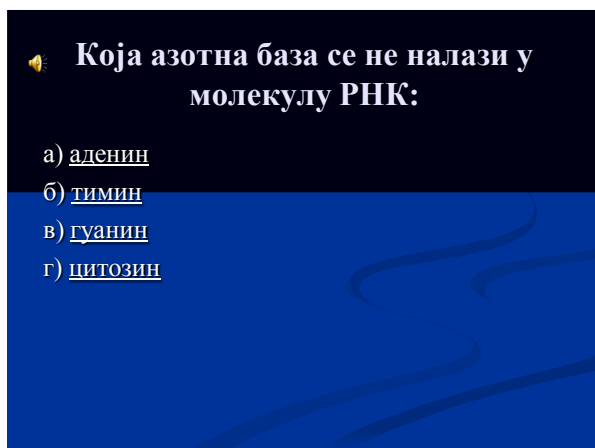
УВОДНИ ДЕО ЧАСА

Професор на главном рачунару отвара насловни слајд презентације *Транскрипција* и хиперлинком одлази у презентацију Уводни део часа. Ученици прате рад професора и исто чине на својим рачунарима.

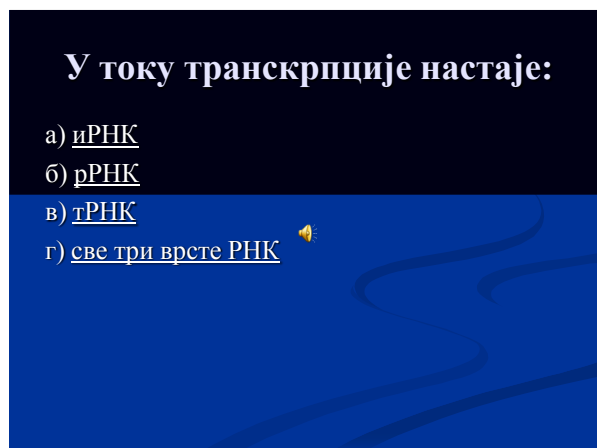


Слика 155. Насловни слајд презентације за уводни део часа

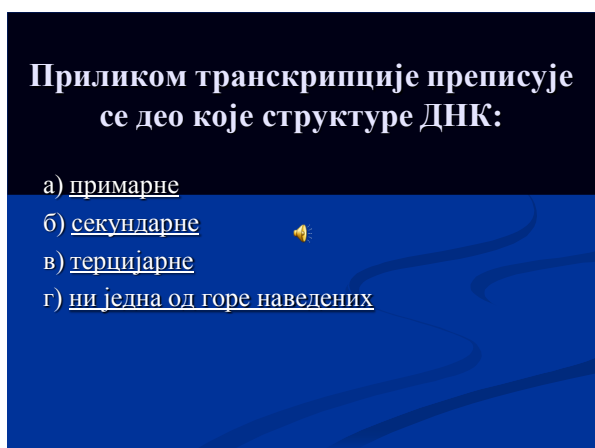
Презентација се састоји од 3 слајда са питањима и понуђеним одговорима од којих је само један тачан. Звучни сигнал упозорава ученике да су погрешили одговор, док прелазак на следеће питање значи да су одговорили тачно на претходно питање.



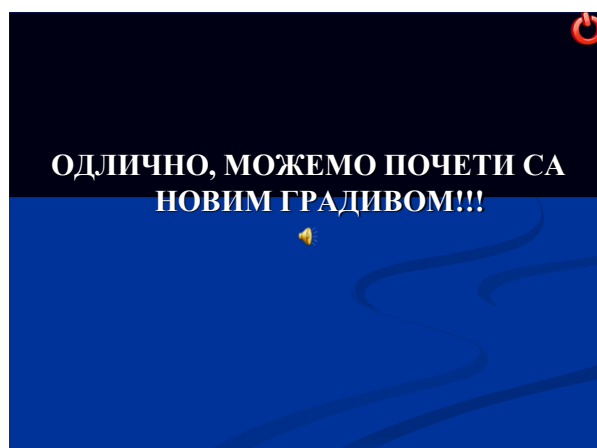
Слика 156. Прво питање уводног дела часа



Слика 157. Друго питање уводног дела часа



Слика 158. Треће питање уводног дела часа



Слика 159. Завршни слајд презентације за уводни део часа

Када ученици одговоре на сва три питања тачно, отвара се слајд на коме је хиперлинк за повратак на обраду садршаја транскрипције.

ОСНОВНИ ДЕО ЧАСА

Професор реализује наставну јединицу Транскрипција вербално-текстуалном наставном методом (монолог и дијалог) и демонстративно-илустративном наставном методом, комбинујући фронтални и индивидуални облик рада. За овај део часа користи се мултимедијална презентација Транскрипција из електроског уџбеника чији је аутор предметни професор Јованка Терзић. Уколико ученици теже прате вербални део часа, могу помоћу слушалица пратити нарацију професора (преко хиперлинка микрофон) или одштампати његове монологе (преко хиперлинка Word документ). Такође, ако им је нека реч непозната у току излагања професора, могу је одмах пронаћи у Речнику појмова (преко хиперлинка речник).

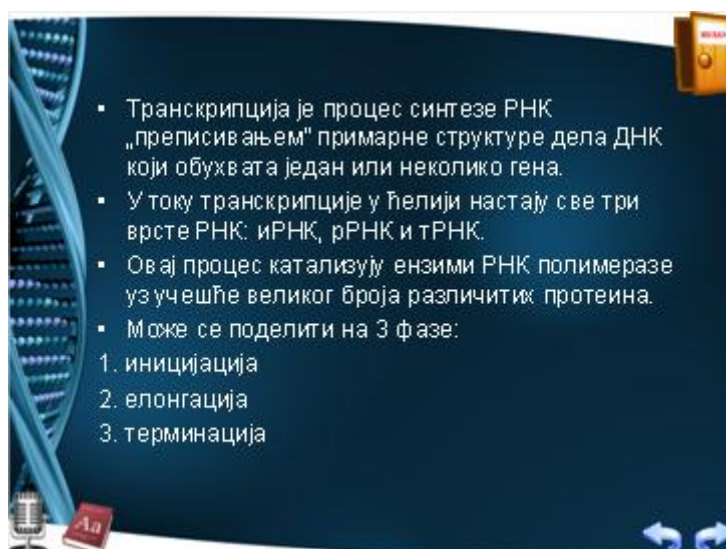
Шта је транскрипција?

Очекивани одговор: Транскрипција је преписивање редоследа дезоксиуклеотида у редослед рибонуклеотида.

Професор покреће мултимедијалну презентацију Транскрипција.



Слика 160. Насловни слајд за обраду градива



Слика 161. Слај обраде процеса транскрипције

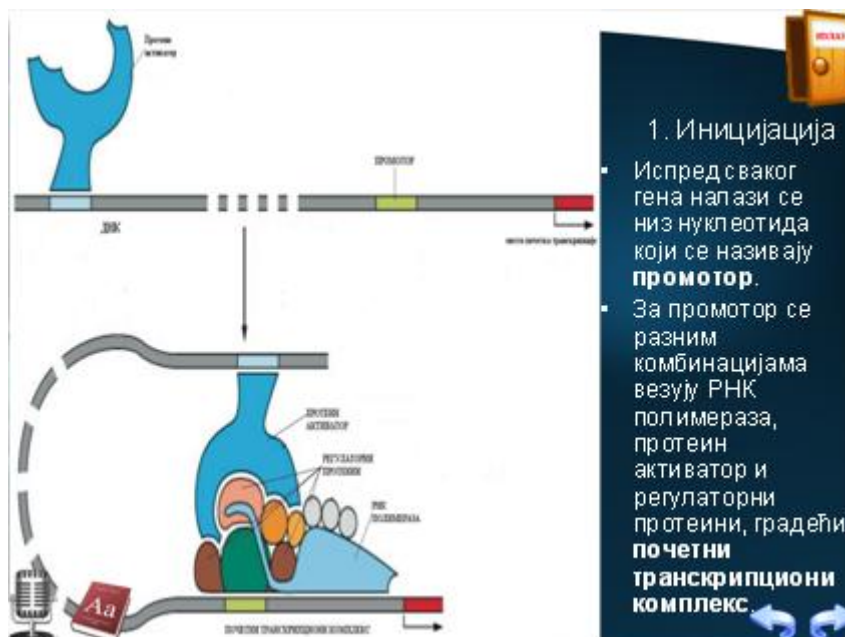
Шта настаје у току транскрипције?

Очекивани одговор: У току транскрипције настају све три врсте РНК.

Монолог професора: Транскрипција или превођење је један од три основна корака у преношењу генетичке информације од ДНК до протеина. То је процес синтезе РНК преписивањем дела нуклеотида са ДНК ланца. Преписује се само део редоследа нуклеотида ДНК ланца који обухвата један или неколико гена. Током транскрипције у ћелији се синтетишу све три врсте РНК, односно синтетишу се и иРНК, и тРНК и

рРНК. Ово је сложен процес који катализују ензими РНК полимеразе уз учешће великог броја протеина. Протеини упућују РНК полимеразу од којег места и када да започне транскрипцију. Транскрипција се састоји из више фаза:

Професор отвара следећи слајд.



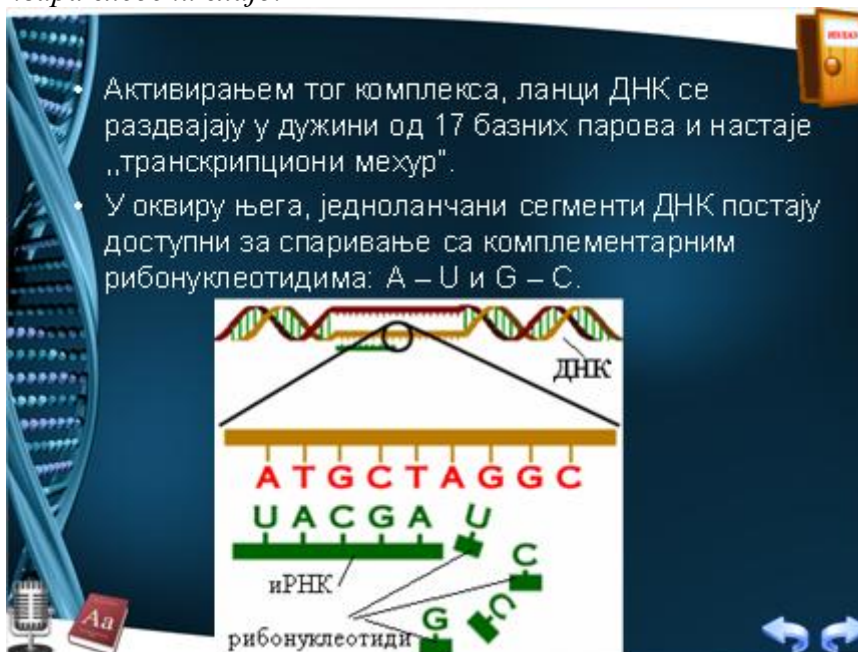
Слика 162. Слајд обраде процеса транскрипције

Шта значи иницијација?

Очекивани одговор: Иницијација је почетак, односно отпочињање нечега.

Монолог професора: Испред сваког гена налази се низ нуклеотида који се називају **промотор**. За промотор се везују РНК полимеразу, протеин активатор и регулаторни протеини, градећи *почетни транскрипциони комплекс*.

Професор отвара следећи слајд.



Слика 163. Слајд обраде процеса транскрипције

Монолог професора: Када се активира тај комплекс, ланци ДНК се раздвајају у дужини од 17 базних парова и настаје „транскрипциони мехур”. У оквиру њега, једноланчани сегменти ДНК постају доступни за спаривање са комплементарним рибонуклеотидима и то: за А (аденин) се везује U (урацил), а за G (гуанин) C (цитозин).

Професор отвара следећи слајд.



Слика 164. Слајд обраде процеса транскрипције

Шта значи елонгација?

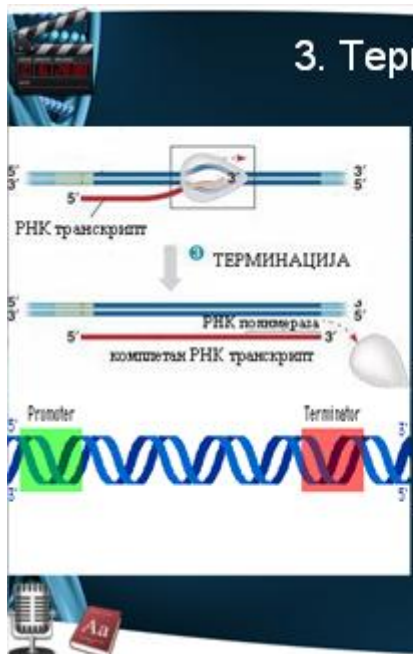
Очекивани одговор: Елонгација значи продужетак, раст,...

Монолог професора: РНК полимераза се креће дуж једног од два ланца ДНК, додајући по један рибонуклеотид на 3' крај растућег ланца РНК. Помоћу ензима у ланац РНК уграђује се комплементаран рибонуклеотид насрам нуклеотида у ДНК ланцу који има сада улогу матрице. Истовремено, са ензимом креће се и транскрипциони мехур који је увек исте величине, односно дужине 17 базних парова. Растући ланац РНК је увек само својим 3' крајем везан за ДНК, са којим гради комплекс, односно хибрид дужине 12 базних парова, док се 5' крај РНК постепено ослобађа.

Уколико ученици желе могу самостално на својим рачунарима покренути филм Транскрипција у трајању од 1' 28".

Професор отвара следећи слајд.

3. Терминација



- Један од начина завршетка транскрипције је промена конфигурације РНК полимеразе.
- Тако измењен ензим зауставља транскрипцију и новосинтетисани ланац РНК, се одваја од ДНК матрице.
- Новосинтетисани ланац РНК се назива примарни транскрипт и он је верна копија гена на којем је синтетисан.
- У ћелији постоје контролни механизми који обезбеђују да се у области једног гена преписује само један, увек исти ланац ДНК.

Слика 165. Слајд обраде процеса транскрипције

Шта значи терминација?

Очекивани одговор: Терминација значи завршетак процеса.

Монолог професора: Када ензим РНК полимераз стигне на крај гена, мења му се конфигурација. Тако измењен ензим зауставља транскрипцију и новосинтетисани ланац РНК, се одваја од ДНК матрице. Тај новосинтетисани ланац РНК се назива примарни транскрипт и он је верна копија гена на којем је синтетисан. Једина разлика је у томе што се наспрам А у ДНК ланцу, уместо Т у РНК ланац се увек уграђује У. Као матрица може да послужи било који ген, али у ћелији постоје контролни механизми који обезбеђују да се у области једног гена преписује само један, увек исти ланац ДНК.

Професор покреће филм Транскрипција у трајању 2'51" у којем су приказане све три фазе транскрипције, како би ученици и визуелно доживели те процесе.

Професор отвара следећи слајд.

Транскрипција код прокариота...

- ...се одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК.
- иРНК је разне дужине полуживота.
- Транскрипција започиње онда када је ћелији потребан одређени протеин и после неколико циклуса транслације иРНК се разграђује.
- Када је прокариотском организму поново потребан тај протеин, транскрипција ће опет започети.

Слика 166. Слајд обраде процеса транскрипције код прокариота

Монолог професора: У прокариотским ћелијама, транскрипција се одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК. Производи транскрипције су функционални молекули иРНК, који су углавном кратког века. Присутни су у ћелији од неколико секунди до свега неколико минута. Транскрипција започиње онда када је ћелији потребан одређени протеински производ и после неколико циклуса транслације, иРНК се разграђује. Уколико прокариотском организму буде поново потребан тај протеин, транскрипција ће поново започети.

Уколико је ученику потребно да се подсети грађе прокариотске и еукариотске ћелије, може то самостално урадити преко хиперлинка допунке наставе. Отвориће му се презентација Прокариотска и еукариотска ћелија, где ће моћи да понови основну грађу тих ћелија коју су радили у 1. години.

Професор отвара следећи слајд.

РНК полимераза

Сигма фактор

Промотор

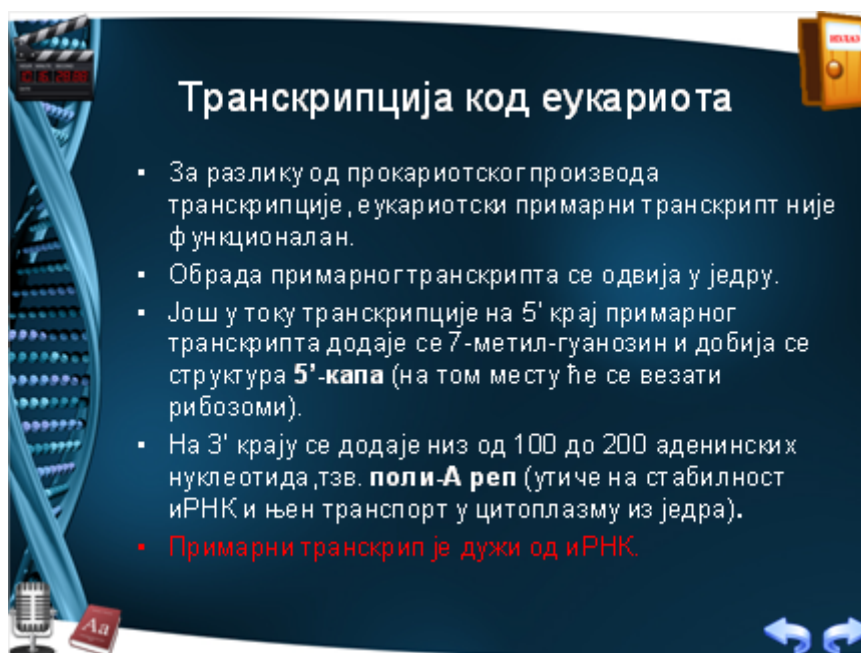
- За РНК полимеразу се везује сигма фактор који препознаје промоторни регион на ДНК.
- Када РНК полимераза пређе у фазу елонгације, сигма фактор се ослобађа.
- Транскрипција се врши у смеру 3'→5' ланца ДНК.
- Новосинтетисана иРНК расте у смеру 5'→3'.
- Када се заврши преписивање гена, РНК полимераза се отпушта као и иРНК.

Слика 167. Слајд обраде процеса транскрипције код прокариота

Монолог професора: Сам процес транскрипције у прокариотским ћелијама је веома сличан процесу у еукариотским ћелијама. За РНК полимеразу се везује протеински сигма фактор који препознаје промоторни регион на ДНК. Они граде комплекс који омогућава да РНК полимеразу отпочне транскрипцију. Чим се то деси, сигма фактор се ослобађа. Транскрипција се увек врши у смеру $3' \rightarrow 5'$ ланца ДНК, док новосинтетисана иРНК расте у смеру $5' \rightarrow 3'$. Када се заврши преписивање гена, РНК полимеразу се отпушта, као и иРНК.

Уколико ученици желе могу самостално на својим рачунарима покренути филм Транскрипција код прокариота у трајању од 2' 43" како би и визуелно доживели овај процес.

Затим професор отвара следећи слајд.



Слика 168. Слајд обраде процеса транскрипције код еукариота

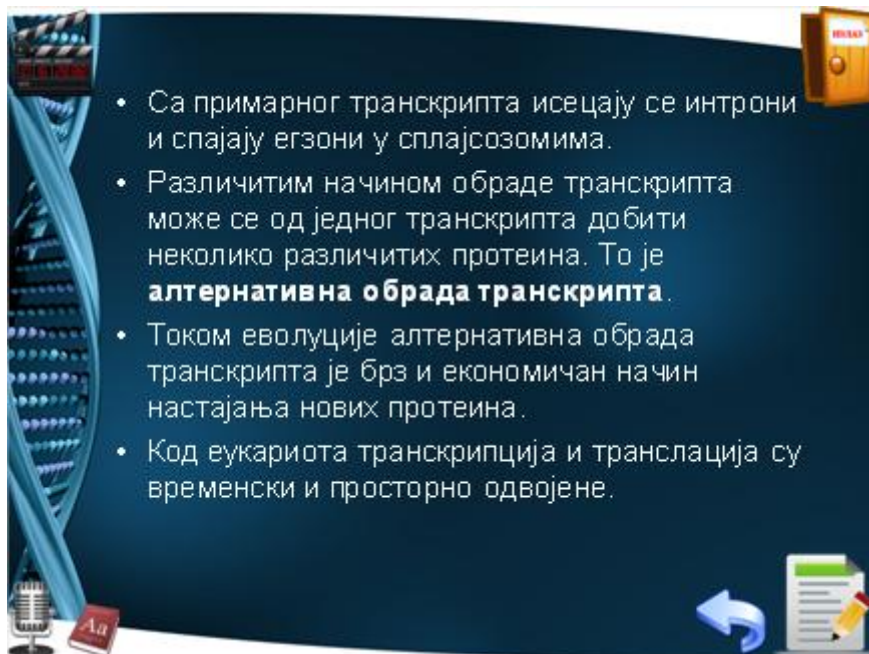
Да ли постоји разлика између производа транскрипције код прокариота и еукариота?

Очекивани одговор: Постоји разлика између производа транскрипције код прокариота и еукариота, јер се ДНК код прокариота састоји углавном од егзона који се преводу у структуру протеина, док се ДНК еукариота састоји и од егзона и од интрона, односно некодирајућих делова.

Монолог професора: За разлику од прокариотског производа транскрипције, код еукариота новосинтетисана РНК, односно примарни транскрипт није функционалан. Он мора да се обради још у једру и то кроз неколико фаза. Прво се још у току транскрипције на $5'$ крај примарног транскрипта додаје 7-метил-гуанозин и добија се структура која се назива **5'-капа**. То је место за које ће се везати рибозоми у процесу транслације. Затим се на $3'$ крају додаје низ од 100 до 200 аденинских нуклеотида, тзв. **поли-А реп**. Он утиче на стабилност иРНК и њен транспорт у цитоплазму из једра. Примарни транскрипт је дужи од иРНК зато што садржи и некодирајуће низове, тзв. интроне и кодирајуће низове, односно егзоне.

Професор преко хиперлинка покреће филм Обрада примарног транскрипта у трајању 2'31" у којем је детаљно приказан начин стварања 5' капе и поли-А репа, како би ученици и визуелно доживели те процесе.

Професор отвара следећи слајд.



Слика 169. Слајд обраде процеса транскрипције код еукариота

Монолог професора: Због тога се са примарног транскрипта исечају интрони и спајају егзони. То се одвија унутар честица сплајсозома унутар којих се налазе ензими ендонуклеазе. Ти ензими изузетно прецизно пресеца границу између егзона и интрона. По правилу исечају се само интрони, а егзони се спајају оним редом којим се налазе у примарном транскрипту. Међутим различитим начинима обраде транскрипта може се од једног транскрипта добити неколико различитих протеина. Такав начин обраде назива се **алтернативна обрада транскрипта**. Током еволуције алтернативна обрада транскрипта могла је да представља брз и економичан начин настајања нових протеина. Резултат обраде примарног транскрипта, добија се зрела, функционална иРНК која садржи само кодирајуће нуклеотиде. Таква иРНК, пролази кроз поре једровог овоја и одлази у цитоплазму где се врши транслација. Код еукариота транскрипција и транслација су временски и просторно одвојени процеси.

Професор преко хиперлинка покреће филм Исецање интрона у трајању 2'56" у којем је детаљно приказан начин стварања исецања интрона и спајање егзона, како би ученици и визуелно доживели те процесе.

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА

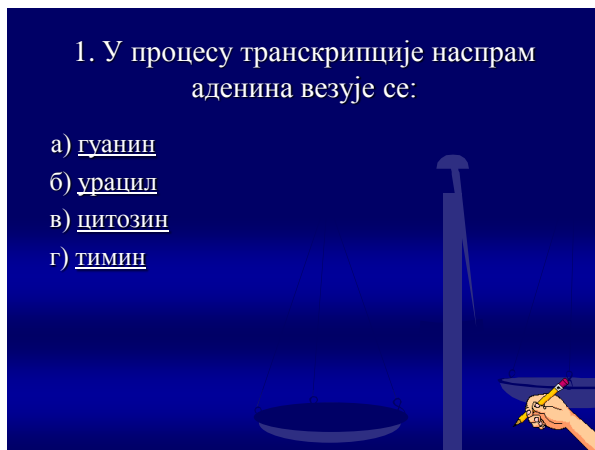
У завршном делу часа професор сагледава степен разумевања и усвојености знања на часу помоћу презентације Питања за проверу знања. Сваки ученик самостално на свом рачунару решава задатке. За свако питање понуђена су 3 одговора. Уколико ученик погрешно питање, отвара му се слајд са делом градива из којег је питање, што му омогућава да поново обради тај део градива. Затим га хипер линк поново враћа на постављено питање. Тек након тачног одговора може прећи на следеће

питање. Укупно има 5 питања. Када сви ученици успешно прођу целу презентацију, професор задаје домаћи задатак.


Изглед слајдова са постављеним питањима:

1. У процесу транскрипције наспрам аденина везује се:

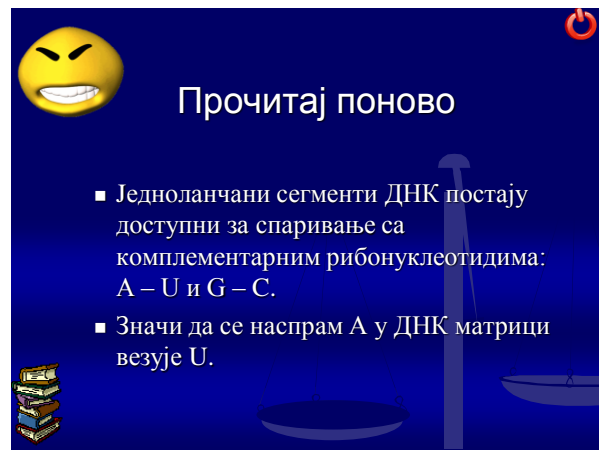
- а) гуанин
- б) урацил
- в) цитозин
- г) тимин



Слика 170. Прво питање теста

 Прочитај поново

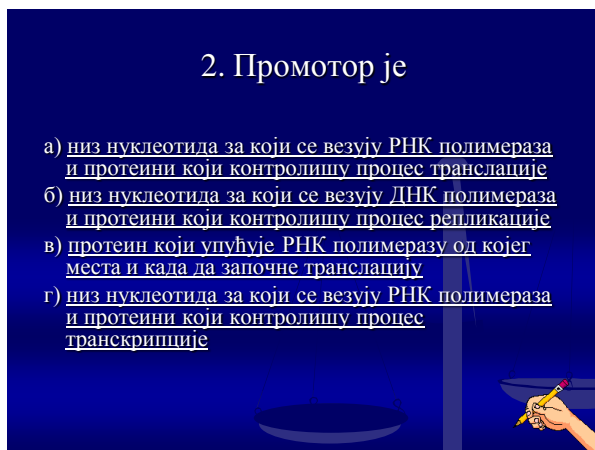
- Једноланчани сегменти ДНК постају доступни за спаривање са комплементарним рибонуклеотидима: А – У и Г – С.
- Значи да се наспрам А у ДНК матрици везује У.




Слика 171. Подсетник за 1. питање

2. Промотор је

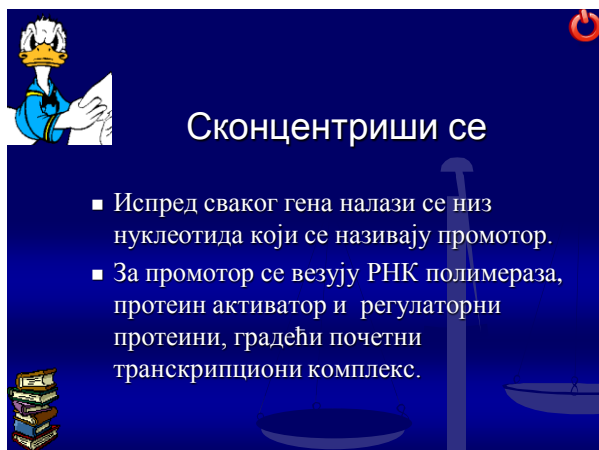
- а) низ нуклеотида за који се везују РНК полимераза и протеини који контролишу процес транслације
- б) низ нуклеотида за који се везују ДНК полимераза и протеини који контролишу процес репликације
- в) протеин који упућује РНК полимеразу од којег места и када да започне транслацију
- г) низ нуклеотида за који се везују РНК полимераза и протеини који контролишу процес транскрипције



Слика 172. Друго питање теста

 Сконцентриши се

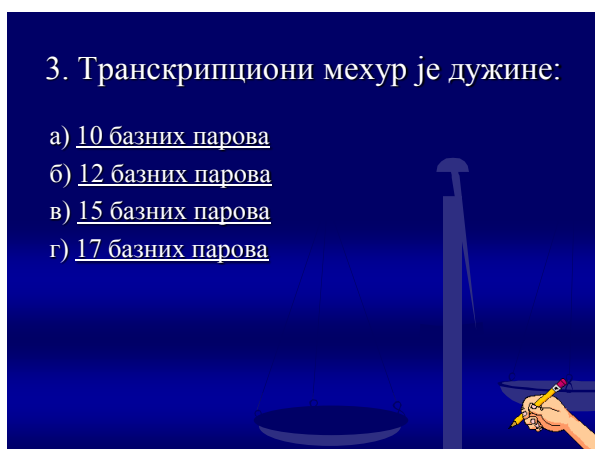
- Испред сваког гена налази се низ нуклеотида који се називају промотор.
- За промотор се везују РНК полимераза, протеин активатор и регулаторни протеини, градећи почетни транскрипциони комплекс.



Слика 173. Подсетник за 2. питање

3. Транскрипциони мехур је дужине:

- а) 10 базних парова
- б) 12 базних парова
- в) 15 базних парова
- г) 17 базних парова



Слика 174. Треће питање теста

 Понови

ТРАНСКРИПЦИОНИ МЕХУР


- Активирањем почетног транскрипционог комплекса, ланци ДНК се раздвајају у дужини од 17 базних парова и настаје „транскрипциони мехур“.



Слика 175. Подсетник за 3. питање

4. Код прокариота још у току транскрипције почиње:

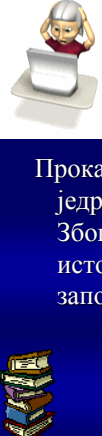
- а) стварање поли-А-репа
- б) стварање 5' капе
- в) стварање протеина
- г) исечање интрона



Слика 176. Четврто питање теста

Подсети се


Прокариотске ћелије немају диференцирано једро, а и њихови гени не садрже интроне. Због тога се у њима транскрипција одвија истовремено са транслацијом, која започиње на 5' крају недовршене иРНК.



Слика 177. Подсетник за 4. питање

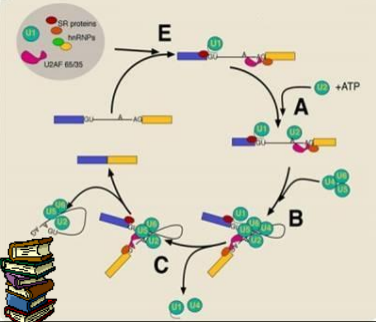
5. Унутар сплајсозома врши се:

- а) транслација
- б) исечање интрона
- в) дуплирање интрона
- г) активирање тРНК




Слика 178. Пето питање теста

Размисли



- Сплајсозоми су комплекси макромолекула у којима се сече примарни транскрипт на тачно одређеном месту (граница егзон-интрон).
- Са примарног транскрипта исецају се интрони и спајају егзони.



Слика 179. Подсетник за 5. питање

ОДЛИЧНО САВЛАДАНО
ГРАДИВО!!!



Слика 180. Завршни слајд презентације за проверу усвојености знања

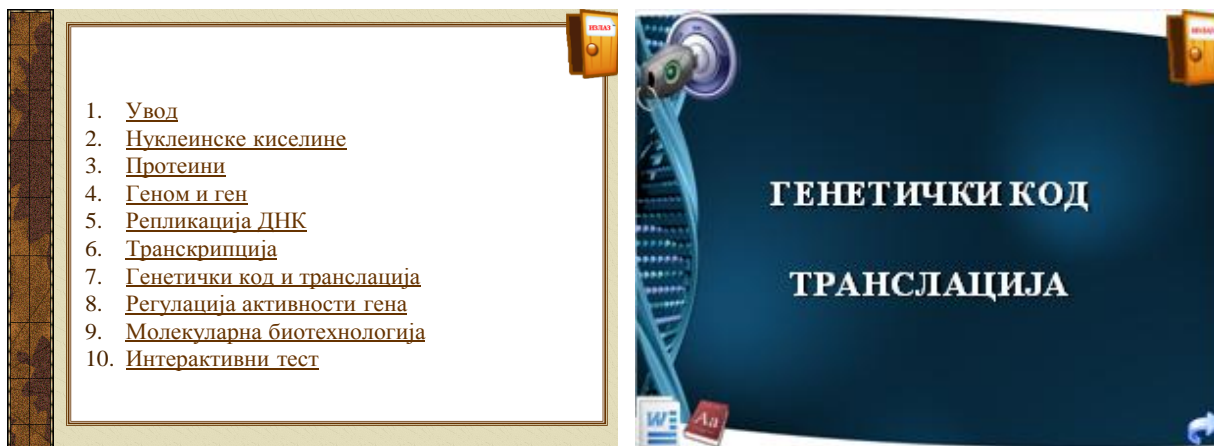
7.3.9. Генетички код и транслација

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Генетички код и транслација
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање појмова генетички код и транслације– Разумевање процеса транслације
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање интересовања о значају транслације
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво- разликује појам генетички код и транслација II ниво- разуме механизам одвијања транслације III ниво- аргументовано дискутује важност правилног одвијања процеса транслације
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	<ul style="list-style-type: none">– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. Разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.– Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.– http://www.znanje.org/i21/01iv11/01iv1129/index.htm– Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад.– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).
Литература за наставника:	

Ток часа:

Етапа 1. Покретање електронског уџбеника и избор наставне јединице:

Ученици самостално отварају интерактивни електронски уџбеник и из садржаја теме *Основи молекуларне биологије* бирају наставну јединицу *Генетички код и транслација*.

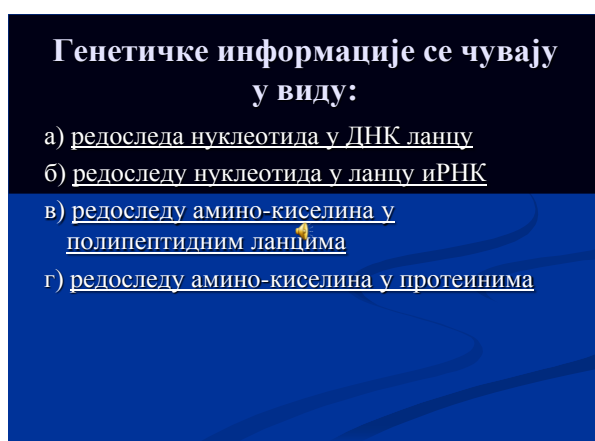


Слика 181. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије

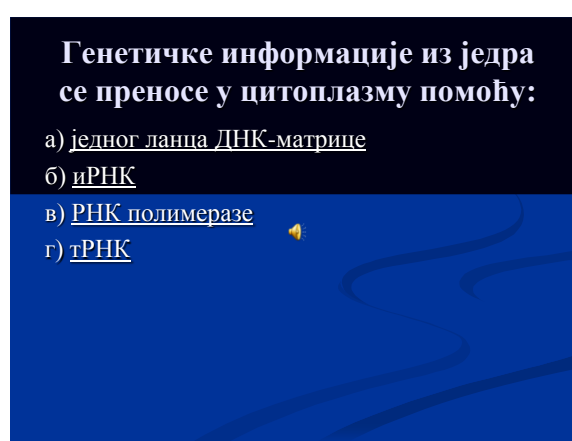
Слика 182. Насловни слајд наставне
јединице Генетички код и транслација

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

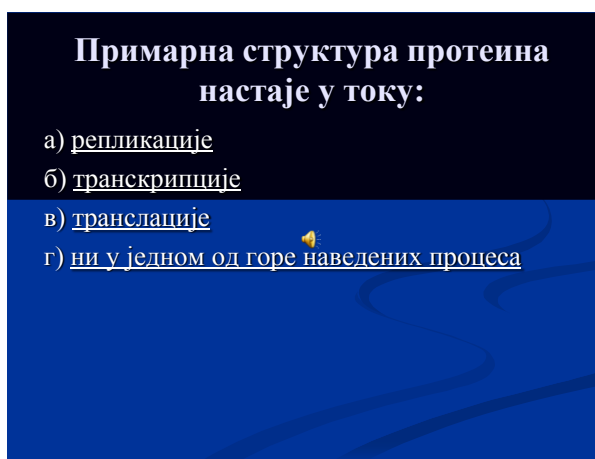
Ученици самостално решавају три питања из области наследних информација које ће им олакшати савладавање новог градива. Садржај презентације за уводни део часа је:



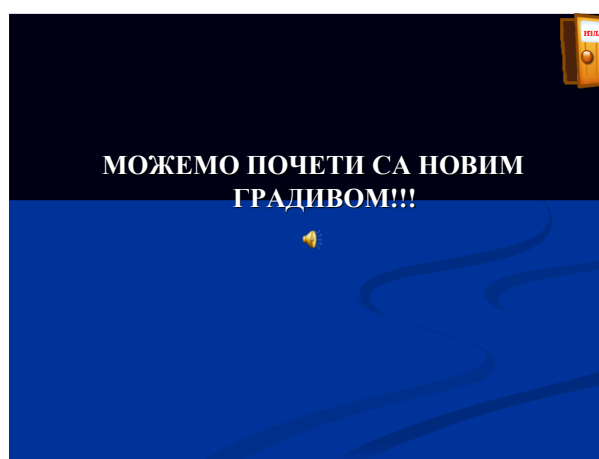
Слика 183. Прво питање теста



Слика 184. Друго питање теста



Слика 185. Треће питање теста



Слика 186. Завршни слајд теста

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Последњи слајд успешно урађеног теста за уводни део часа води ученике на презентацију за обраду градива наставне јединице *Генетички код и транслација*, која садржи следеће слајдове:

Генетички код

- Генетичка информација је записана у генима у облику редоследа нуклеотида.
- Три суседна нуклеотида представљају кодове за поједине АК и називају се кодони.
- Скуп правила која повезују сваку АК са одговарајућим кодонима назива се генетички код.
- У састав протеина улази 20 АК, а број различитих кодона је $4^3=64$, што значи да једну АК одређује неколико различитих кодона.
- То су синонимни кодони.

Слика 187. Слајд обраде појма генетичког кода

Слајд садржи и додатну презентацију *Информација више*, у којој су представљени сви кодони који детерминишу свих 20 аминокиселина. На тај начин ученици могу да прошире своје знање и повежу га са наставним садржајима из предмета Хемија.

УГА, UAG, UAA

СТАРТ КОДОН

СТОП КОДОН

- Од 64 кодона, 3 не одговарају ни једној АК, већ представљају „стоп-сигнале”, тј. места на којима се зауставља синтеза протеина.
- „стоп-сигнали” су: **UAA, UAG и UGA**.
- Кодон за метионин (AUG) је и место од којег почиње транслација и назива се „старт-сигнал”.

Слика 188. Слајд обраде врста кодона

Слајд садржи и филм о триплетима нуклеотида, односно кодонима, што олакшава усвајање наставних садржаја.

ТРАНСЛАЦИЈА

- или синтеза протеина је процес превођења информације записане у иРНК у низ аминокиселина.
- Заснива се на формирању пептидне везе између COOH групе на крају растућег полипептидног ланца и NH₂ групе активираних АК.
- При томе се редослед нуклеотида у иРНК чита у групама од по 3 и то у смеру 5' → 3'.
- Током translације никада не долази до директне интеракције кодона и одговарајућих АК, јер је посредник између њих тРНК.
- Редослед уграђивања АК у полипептидни ланац у потпуности зависи од редоследа кодона.
- Транслација се одвија у рибозомима уз учешће иРНК, тРНК и многобројних ензима у неколико фаза, али прво полази до активације АК.

Слика 189. Слајд обраде процеса translације

Активација аминокиселине

- Активација је процес везивања АК за тРНК, која је преноси до рибозома.
- тРНК садрже антикодон на једном крају молекула, а на супротном везују АК.
- Која ће се АК везати, зависи од антикодона.
- Везивањем АК, тРНК се активира, односно добија енергију која ће се касније искористити за стварање пептидне везе.

Диаграм показује структуру тРНК са следећим етикетама: АМИНО-КИСЕЛИНА, ЛАНАЦ, петља 1., петља 2., петља 3., АНТИКОДОН, АМИНО-КИСЕЛИНА, АНТИКОДОН.

Слика 190. Слајд обраде процеса активације тРНК

РИБОЗОМИ се састоје од веће и мање субјединице, од којих је свака субјединица састављена до 3 молекула рРНК и неколико десетина молекула протеина

- Они граде неколико активних центара у којима се катализују различите реакције током translације.
- У њима се уочавају места

1. У **П**-месту за које се везује тРНК која носи растући полипептидни ланац.
2. У **А**-месту за које се везује тРНК која доноси активiranу АК
3. **Е** место - место где се смешта тРНК која је предала своју АК

Слика 191. Слајд обраде грађе и функционисања рибозома

1. Иницијација

- Рибозомске субјединице и тРНК се удружују са иРНК градећи почетни translациони комплекс.
- Одабирањем места у полинуклеотидном ланцу од којег треба да започне превођење генетичке шифре одређује се **тзв. оквир читања** генетичке поруке.
- Почетни translациони комплекс се ствара на месту старт-кодона (AUG) који је и кодон за метионин.
- У иницијацији учествују рибозом, иРНК, тРНК и регулаторни протеини.

Initiator tRNA AUG CCG GUA GGC CAA UAG 3'

mRNA AUG CCG GUA GGC CAA UAG

Иницијација

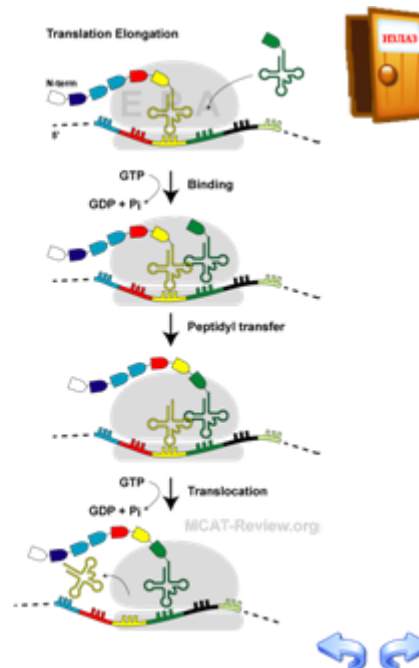
Слика 192. Слајд обраде процеса стварања почетног translационог комплекса



Слика 193. Слајд обраде фазе Иницијације

2. Елонгација

- Када се тРНК са новом АК веже за А-место, раскида се веза између метионина и тРНК у П-месту.
- Ствара се пептидна веза између метионина и АК везане за тРНК у А-месту. Сада је у П-месту слободна тРНК, а у А-месту полипептидни ланац (од 2 АК).



Слика 194. Слајд обраде фазе Елонгације

- Затим рибозом мења облик и помера се за 3 нуклеотида дуж иРНК.
- тРНК која носи полипептидни ланац се премешта из А у П-место, а слободна тРНК одлази у Е-место, а затим у цитоплазму.
- А-место покрива нови кодон и прима нову тРНК,....
- На крају сваког циклуса, растући полипептидни ланац је дужи за једну АК.

Слика 195. Слајд обраде фазе елонгације

Слајд садржи и филм помоћу којег се ученицима олакшава разумевање механизма процеса транслације.

3. Терминација

- Када се један од стоп-сигнала (UAA,UGA или UAG) нађе у А месту, за њега се везује ослобађајући протеин (а не тРНК).
- Раскида се веза између тРНК и полипептидног ланца у П-месту и он се ослобађа у цитоплазму.

ТЕРМИНАЦИЈА

Слика 196. Слајд обраде фазе терминације


Слајд садржи и филм у којем је на сликовит начин представљен цео процес преноса генетичке информације са ДНК до протеина.

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања:

Након обраде наставних садржаја, ученици самостално решавају тест за проверу усвојених знања. Тест се састоји 5 питања, за чије решење ученици могу користити и додатне информације како би се подсетили и утврдили градиво.

1. Кодон је:

- а) триплет база на ДНК ланцу
- б) триплет база на иРНК
- в) триплет база на рРНК
- г) триплет база на тРНК



Слика 197. Прво питање теста


Три суседна нуклеотида представљају кодове за поједине АК и називају се кодони.

КОДОН

G C A




1 кодон-1 аминокиселина



Слика 198. Подсетник за 1. питање

2. Колико кодона одређују аминокиселине:


- а) 20
- б) 60
- в) 61
- г) 64



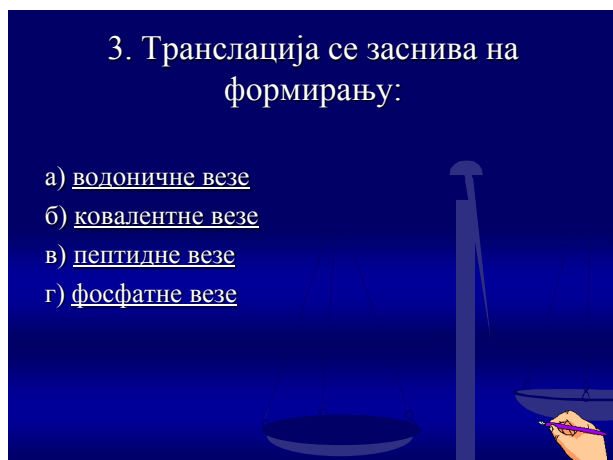
Слика 199. Друго питање теста

Размисли

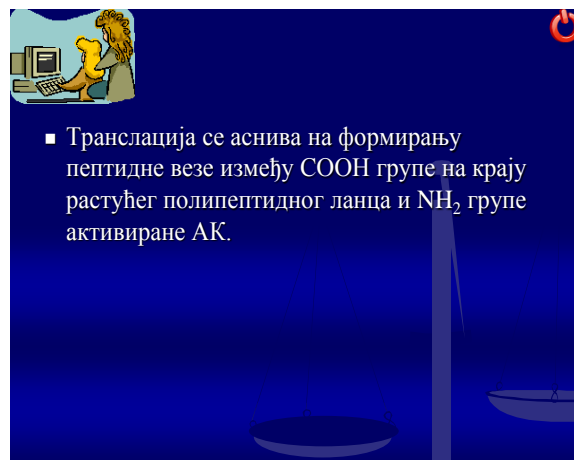
- У састав протеина улази 20 АК, а број различитих кодона је $4^3=64$, што значи да једну АК одређује неколико различитих кодона.
- Од 64 кодона, 3 не одговарају ни једној АК, већ представљају „стоп-сигнале“.
- Кодон за метионин је и „старт-сигнал“.



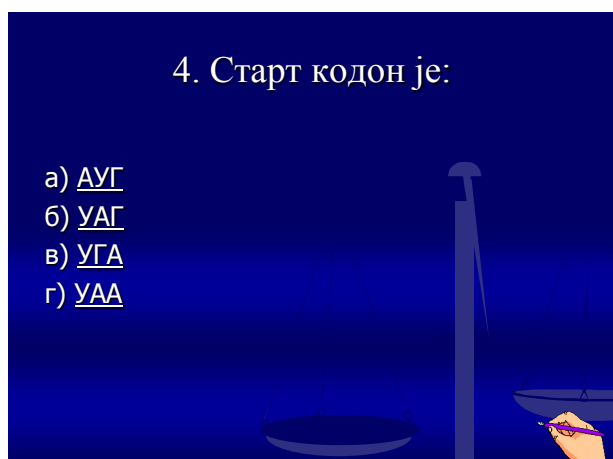
Слика 200. Подсетник за 2. питање



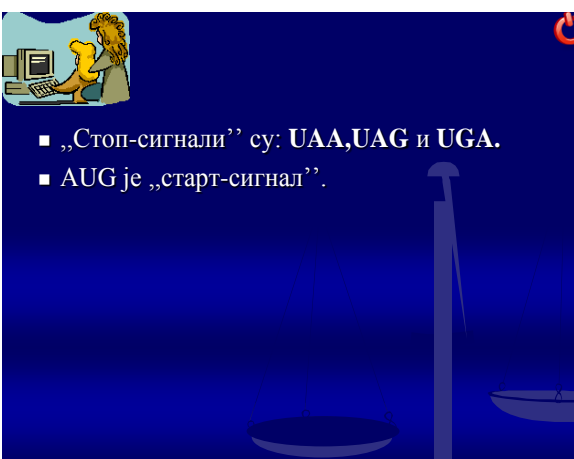
Слика 201. Треће питање теста



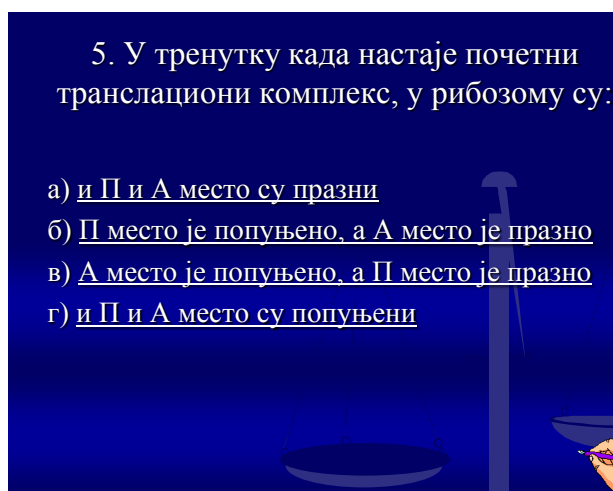
Слика 202. Подсетник за 3. питање



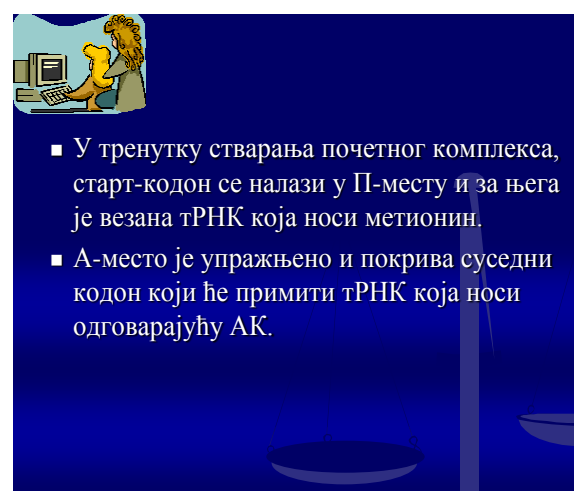
Слика 203. Четврто питање теста



Слика 204. Подсетник за 4. питање



Слика 205. Пето питање теста



Слика 206. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник прекида самосталан рад ученика на интерактивном електронском уџбенику и покреће дискусију како би сагледао степен усвојених знања ученика.

Етапа 6. Домаћи задатак:

На крају дискусије наставник задаје конкретне задатке ученицима за чије решавање треба да примене знање из области транскрипције и транслације.

1. *Како изгледа примарни транскрип, ако је нематрични ланац ДНК:*

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

2. *Од колико аминокиселина ће се састојати полипептидни ланац, у чијем је стварању учествовала иРНК следећих кодона:*

AUC-AUG-AGA-CUA-GAG-UAA-AGU

8.3.10. Утврђивање генома, гена, репликације, транскрипције, генетског кода и транслације

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Утврђивање генома, гена, репликације, транскрипције, генетског кода и транслације
Тип часа:	Провера усвојености знања
Облик рада:	Групни облик
Образовни задаци:	– Провера усвојености биолошких садржаја из реализованих наставних јединица
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о биолошким процесима у ћелији на молекулском нивоу
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница – Утврђивање вештина и навика
Образовни стандарди:	I ниво- разликује процесе „молекуларне догме” II ниво- разуме процесе преноса генетичке информације са ДНК на протеине III ниво- аргументовано дискутује поједине фазе и подфазе процеса репликације, транскрипције и транслације
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне
Наставна средства и помагала:	Наставни листићи

Наставни објекти: Кабинет за биологију

Литература за ученике:

- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)

Литература за наставника:

- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.
- Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.
- <http://www.znanje.org/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
- Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Активност наставника:

Наставник распоређује ученике у групе од по три члана по принципу једна клупа-једна група и дели свакој групи наставни листић. Том приликом укратко објашњава начин решавања наставног листића.

Изглед наставног листића

1. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Интрон је:

- а) скуп наследних информација садржаних у хромозомима једне хаплоидне ћелије
- б) сегмент који носи информацију за синтезу протеина
- б) сегмент који не носи информацију за синтезу протеина
- г) део ДНК који се преписује у неку од РНК

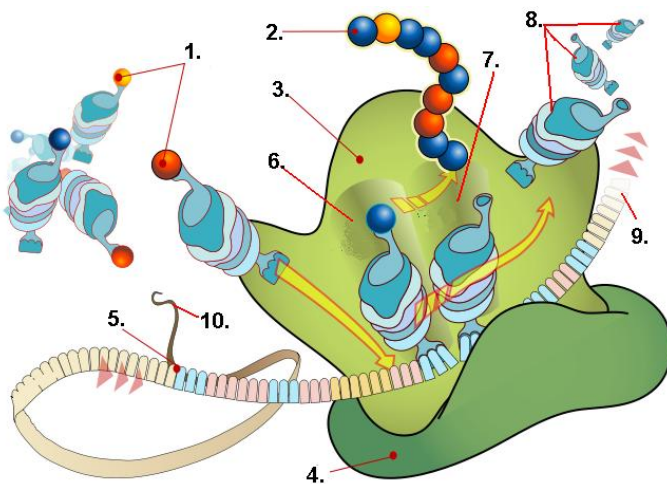
II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. Обрада примарног транскрипта се врши код еукариота одмах по завршетку _____ . Обухвата додавање 7-метил- гуанозина на _____ крају, а 100 до 200 аденинских нуклеотида на _____ крају.

4. Кодон је триплет база на _____, а антикодон је триплет база на _____.

III- СРЕДИ ПОДАТКЕ

5. На линијама испред назива упиши број који означава дати део на слици.



_____ тРНК
_____ иРНК
_____ мала субјединица рибозома
_____ велика субјединица рибозома
_____ А место

6. Распреди наведене ензиме према њиховој припадности, тако што ћеш на линије испред ензима написати процес у којем учествује.

а) _____ ДНК полимераза

б) _____ РНК полимераза

в) _____ хеликазе

г) _____ лигазе

1. Репликација

2. Транскрипција

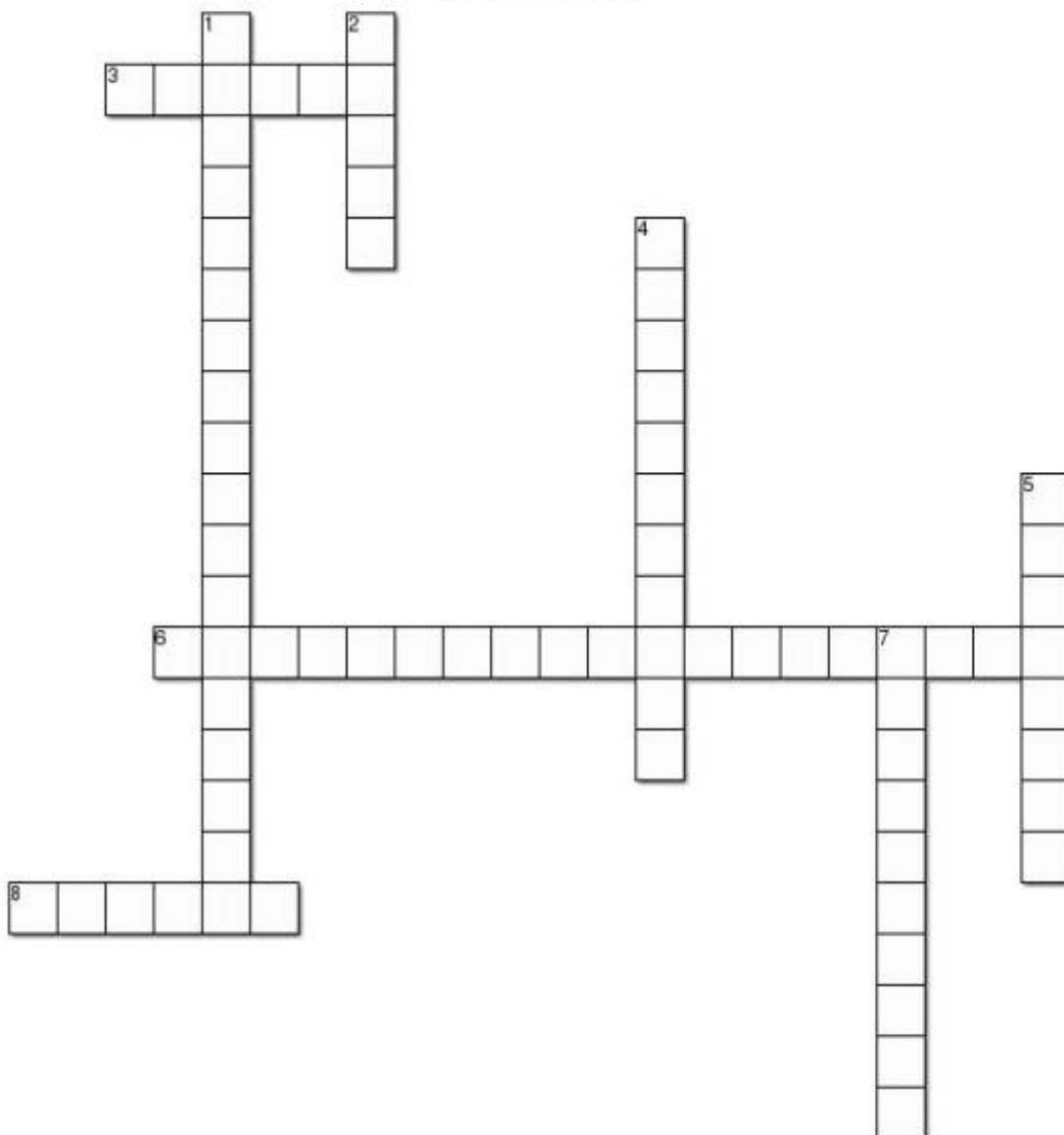
7. На основу нематричног ланца ДНК, напиши како изгледа иРНК и означи њене делове који ће учествовати у процесу транслације.

А-Т-Г-А-Т-Г-Ц-Г-Ц-Т-А-Ц-Г-Г-А-Т-А-Г-Ц-Т-Т

8. Реши укрштеницу:

Знање је моћ

Добро размисли



Created on [TheTeachersCorner.net Crossword Maker](http://TheTeachersCorner.net/CrosswordMaker)

Horizontal

3. део рибозома у којем се налази тРНК која носи полипептидни ланац
6. расплетени ланци еукариотске ДНК током транскрипције у дужини 17 нуклеотида
8. делови примарног транскрипта који се преводје у редослед аминокиселина

Vertical

1. место на прокариотској ДНК где се завршава репликација
2. три узастопна нуклеотида на иРНК
4. делови рибозома
5. ланац ДНК који се преписује у примарни транскрип
7. фаза транскрипције у којој расте преписани ланац

2. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Промотор је:

- а) низ нуклеотида за који се везују РНК полимераза и протеини који контролишу процес транслације
- б) низ нуклеотида за који се везују ДНК полимераза и протеини који контролишу процес репликације
- в) протеин који упућује РНК полимеразу од којег места и када да започне транслацију
- г) низ нуклеотида за који се везују РНК полимераза и протеини који контролишу процес транскрипције

2. Транслација се заснива на формирању:

- а) водоничне везе
- б) ковалентне везе
- в) пептидне везе
- г) фосфатне везе

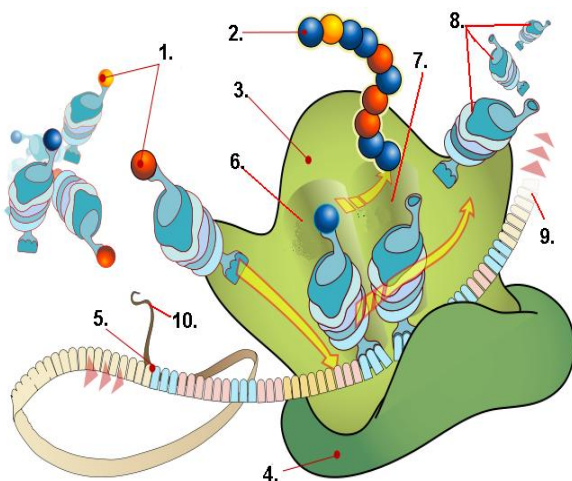
II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. Величина генома _____ увек пропорционална степену његове сложености. Геном човека је 200 пута _____ од генома пекарског квасца, али је и 200 пута _____ од генома амебе.

4. Скуп правила која повезују сваку _____ са одговарајућим кодонима _____ назива се _____ генетички _____. Једну _____ одређује неколико различитих кодона.

III- СРЕДИ ПОДАТКЕ

5. На линијама испред назива упиши број који означава дати део на слици.



- _____ П место
- _____ ланац аминокиселина
- _____ аминокиселине (појединачне)
- _____ 3' крај иРНК
- _____ 5' крај иРНК

6. Распоређи наведене ензиме према њиховој припадности, тако што ћеш на линије испред ензима написати процес у којем учествује.

а) _____ РНК полимераза

б) _____ лигазе

1. Репликација

в) _____ ДНК полимераза

г) _____ хеликазе

2. Транскрипција

7. Који је распоред нуклеотида на иРНК, ако матрични ланац ДНК изгледа овако:

С Т А Т У С Г А Г С Т С А С Т А Т С
---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---| ДНК

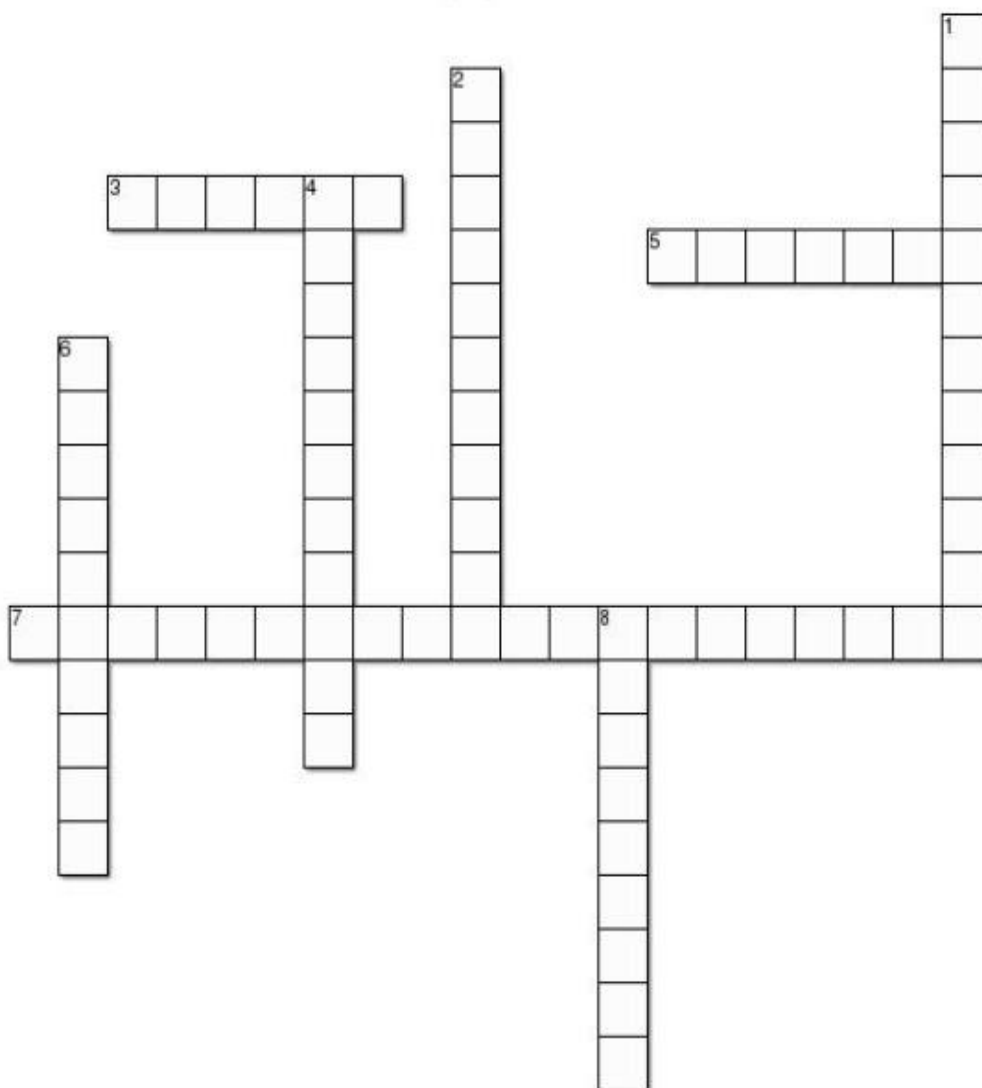
---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---| иРНК

Од колико аминокиселина ће се састојати полипептидни ланац синтетисан на основу ове иРНК?

8. Реши укрштеницу:

Знање је моћ

Добро размисли



Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Horizontal

3. део рибозома у којем се налази тРНК која носи аминокиселину
5. делови примарног транскрипта који се не преводe у редослед аминокиселина
7. формација која настаје током репликације прокариотске ДНК

Vertical

1. врста хемијске везе на којој се заснива транслација
2. места где се обрађује примарни транскрипт
4. завршна фаза транскрипције
6. ланац ДНК који се преписује у примарни транскрип
8. три узастопна нуклеотида на тРНК

Етапа 2. Решавање наставног листића:

Ученици у оквиру групе, решавају задатке са наставног листића. Питања, као и одговоре записују у свеску за биологију.

Етапа 3 и 4. Презентовање резултата и дискусија:

Представници групе, пред свим ученицима саопштавају резултате на одговарајућа питања. Наставник покреће дискусију са осталим ученицима у одељењу о исправности одговора.

Етапа 5. Домаћи задатак:

Пошто је било две различите групе наставних листића, за домаћи задатак наставник задаје ученицима да у свеске за биологију препишу питања и тачне одговоре групе коју нису радили на часу.

7.3.11. Регулација активности гена

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Регулација активности гена
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Усвајање појма експресије гена– Разумевање процеса регулације синтезе протеина
Васпитни задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање интересовања о диференцијацији и развићу организама
Функционални задаци:	<ul style="list-style-type: none">– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Образовни стандарди:	I ниво- разликује појам диференцијације ћелија и организама II ниво- разуме процес регулације синтезе протеина III ниво- аргументовано дискутује начине функционисања појединих регулационих механизма
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	<ul style="list-style-type: none">– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)

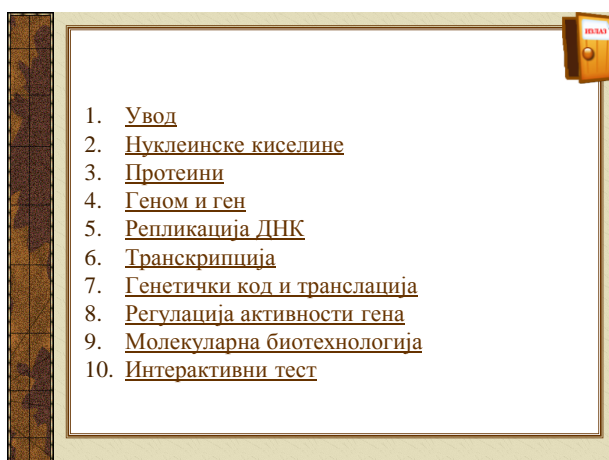
**Литература за
наставника:**

- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. Разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.
- Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.
- <http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm>
- Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
- Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Покретање електронског уџбеника и одабир наставне јединице:

Ученици самостално покрећу интерактивни електронски уџбеник и из садржаја наставне теме *Основи молекуларне биологије*, одабирају наставну јединицу *Регулација активности гена*.



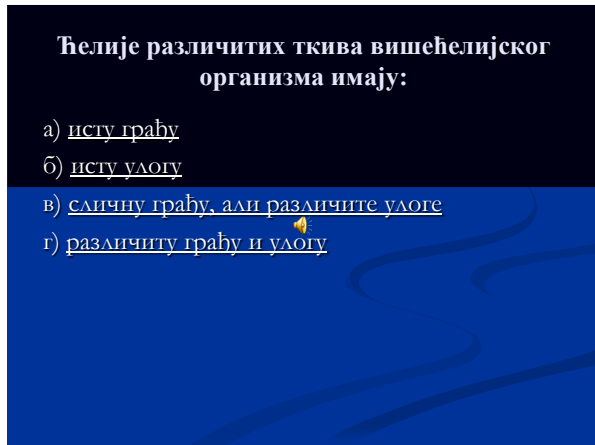
Слика 207. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије



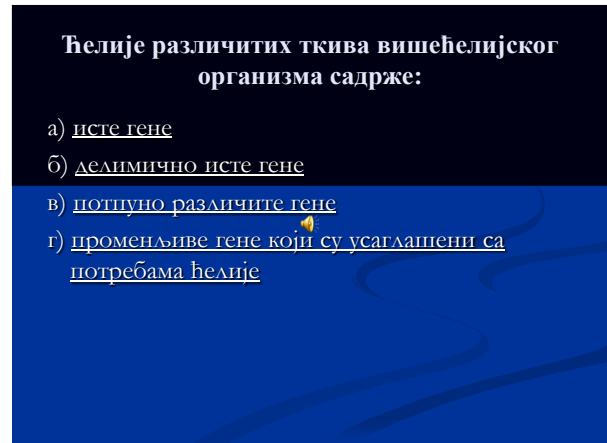
Слика 208. Насловни слајд наставне
јединице Регулација активности гена

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

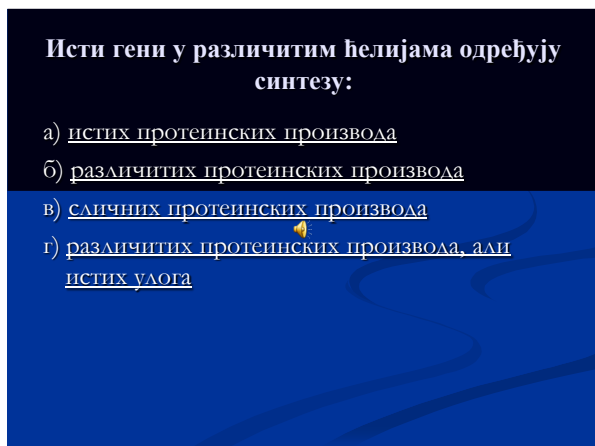
Ученици самостално решавају тест од три питања из области грађе и положаја гена. Слајдови са питањима су:



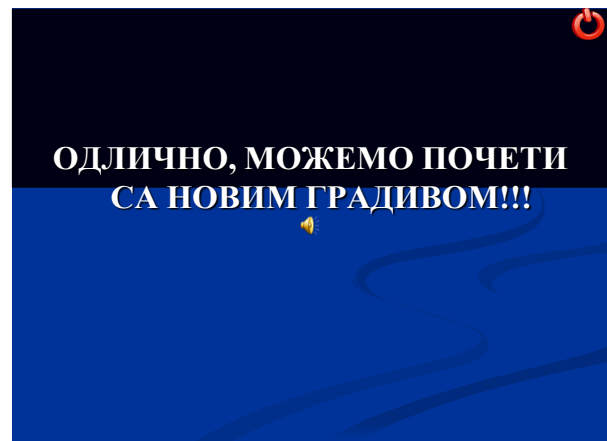
Слика 209. Прво питање теста



Слика 210. Друго питање теста



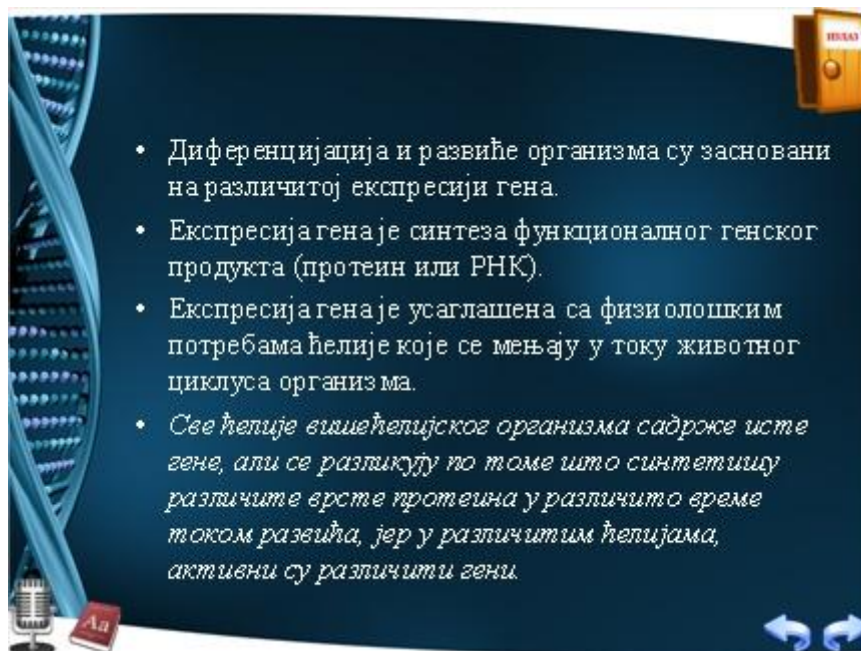
Слика 211. Треће питање теста



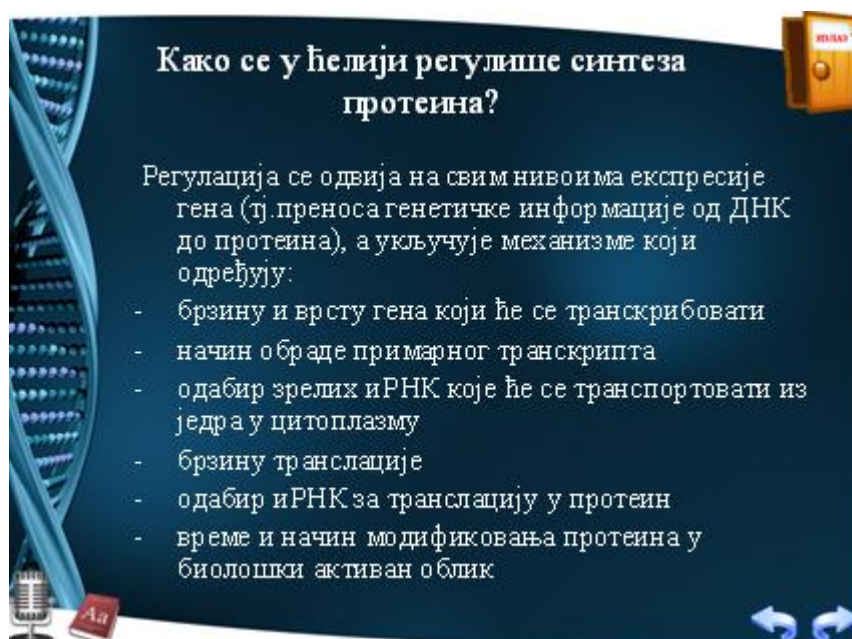
Слика 212. Завршни слајд теста

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

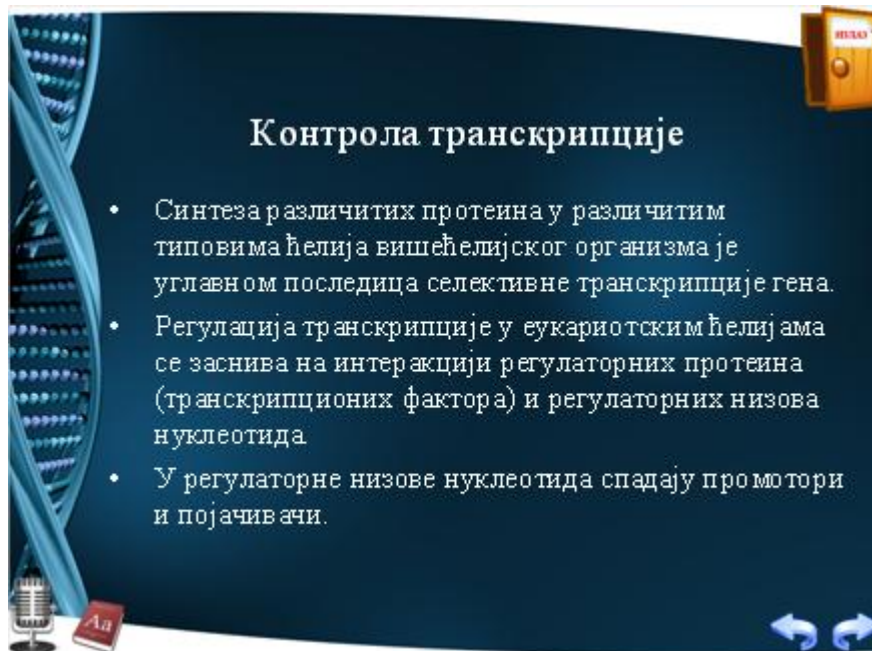
Након успешног решавања теста за уводни део градива, ученици самостално реализују садржаје наставне јединице *Регулација активности гена*, помоћу електронског уџбеника. Садржаји те презентације су:



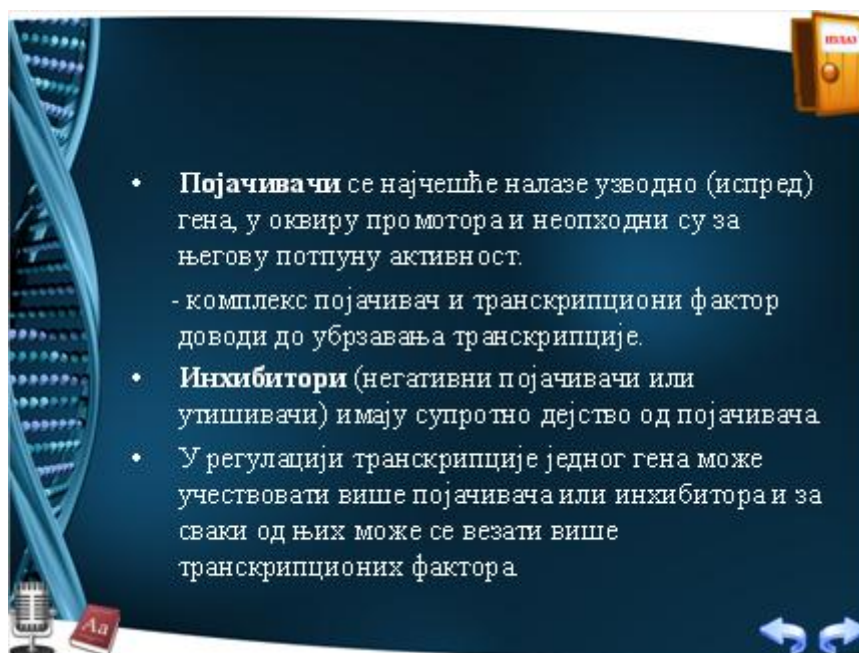
Слика 213. Слајд обраде појма експресије гена



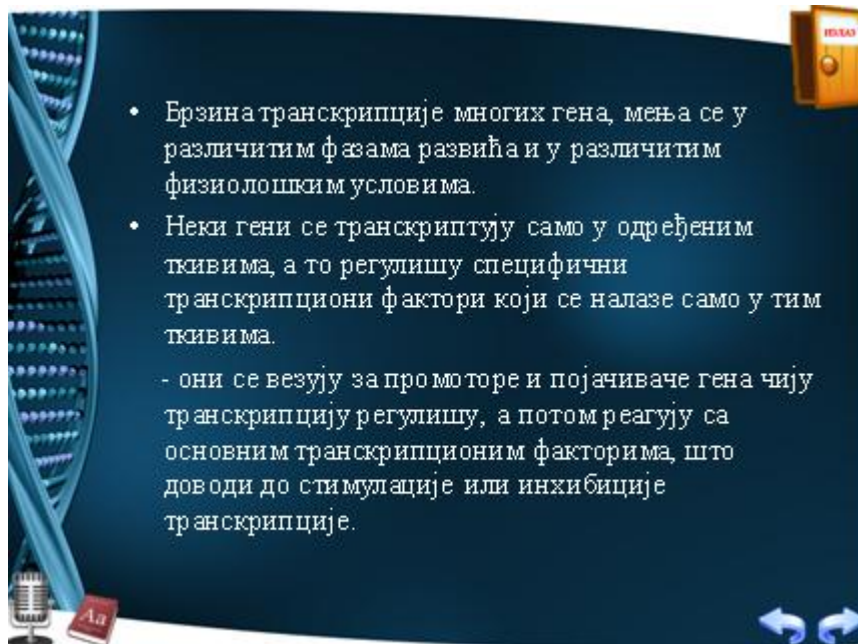
Слика 214. Слајд обраде механизма регулације синтезе протеина



Слајд 215. Слајд обраде контроле транскрипције

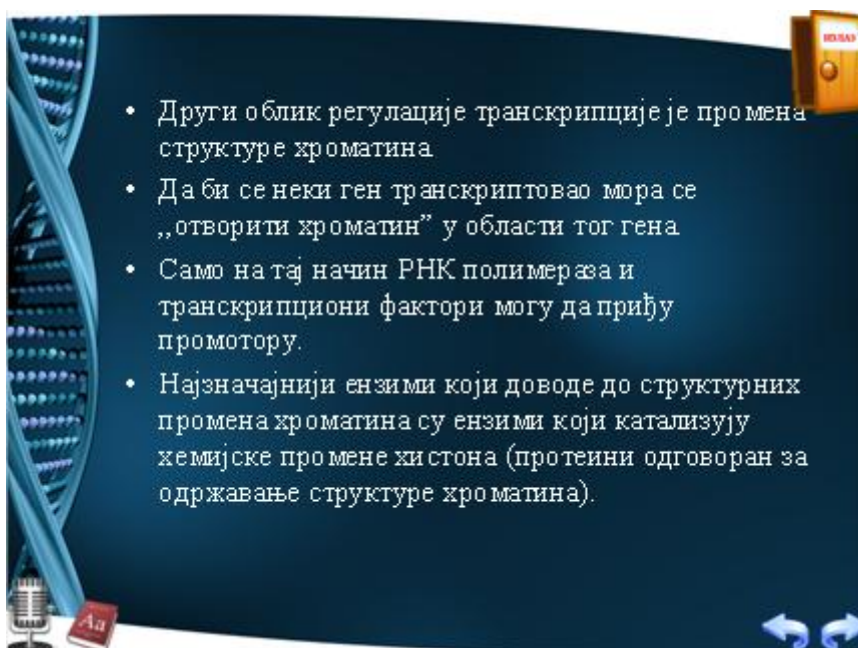


Слика 216. Слајд обраде контроле транскрипције



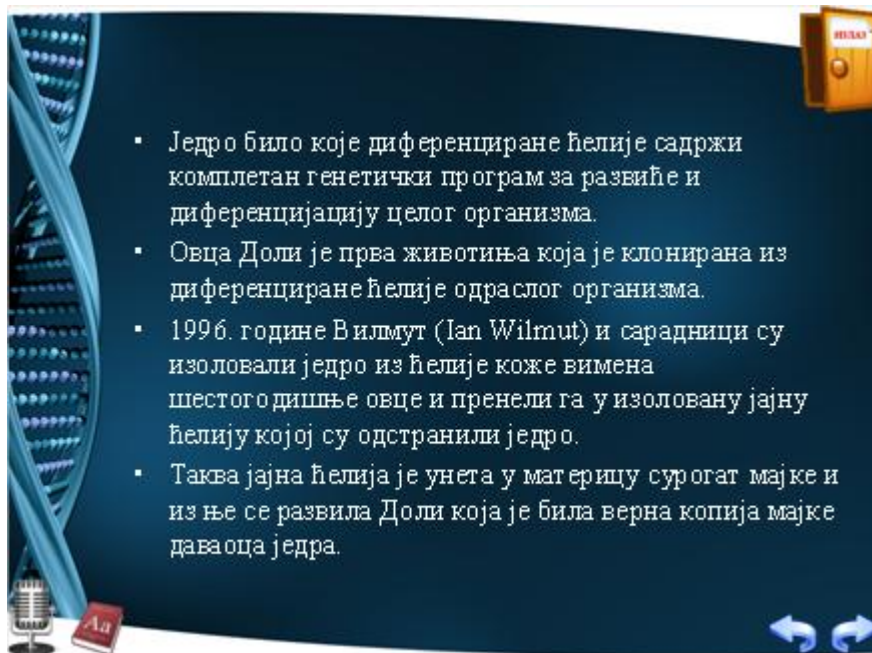
- Брзина транскрипције многих гена, мења се у различитим фазама развића и у различитим физиолошким условима.
- Неки гени се транскриптују само у одређеним ткивима, а то регулишу специфични транскрипциони фактори који се налазе само у тим ткивима.
 - они се везују за промоторе и појачиваче гена чију транскрипцију регулишу, а потом реагују са основним транскрипционим факторима, што доводи до стимулације или инхибиције транскрипције.

Слајд 217. Слајд обраде контроле транскрипције

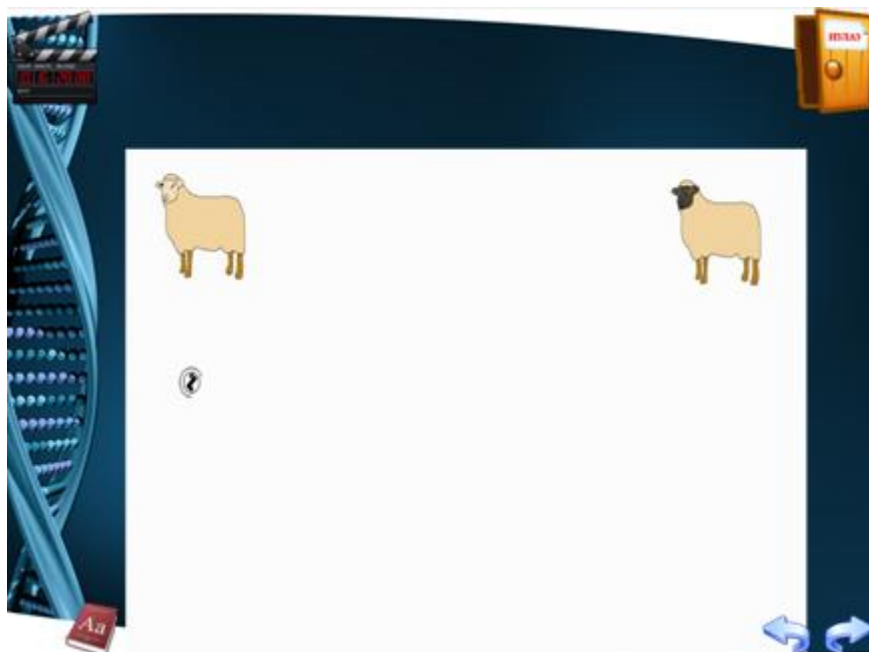


- Други облик регулације транскрипције је промена структуре хроматина.
- Да би се неки ген транскриптовао мора се „отворити хроматин” у области тог гена.
- Само на тај начин РНК полимерза и транскрипциони фактори могу да приђу промотору.
- Најзначајнији ензими који доводе до структурних промена хроматина су ензими који катализују хемијске промене хистона (протеини одговоран за одржавање структуре хроматина).

Слајд 218. Слајд обраде контроле транскрипције



Слајд 219. Слајд обраде контроле транскрипције

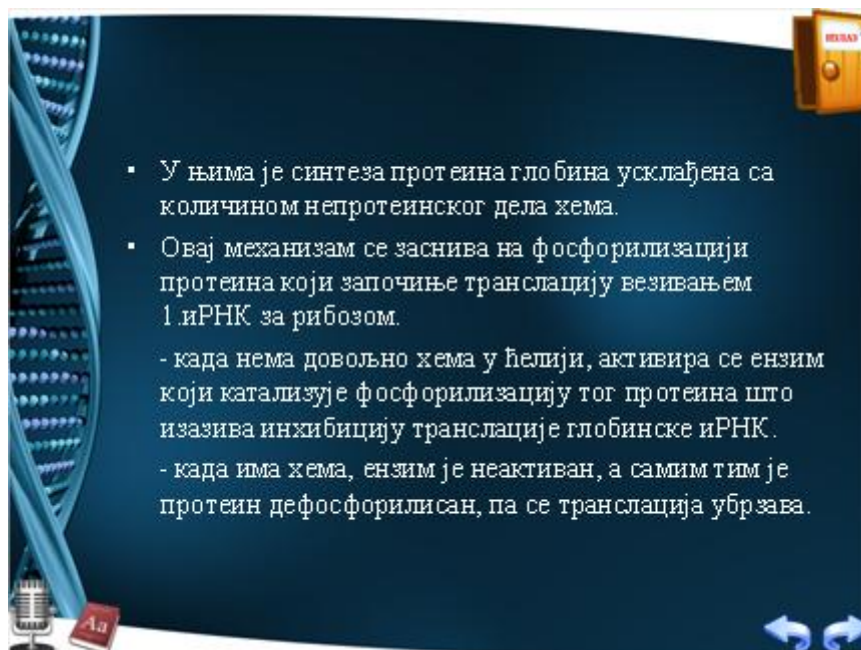


Слајд садржи анимацију поступка клонирања овце Доли, из диференциране ћелије адултне јединке. Такође ученици могу погледати и *филм* о поступку клонирања овог организма у циљу проширивања усвојених знања.



- Главна регулација експресије гена се одвија на нивоу транскрипције.
- Регулаторни механизми после транскрипције имају улогу финог подешавања концентрације функционалног протеина у ћелији.
- У ћелијама без једра (нпр. еритроцити сисара) у којима изостаје транскрипција регулација се одвија на нивоу translације.

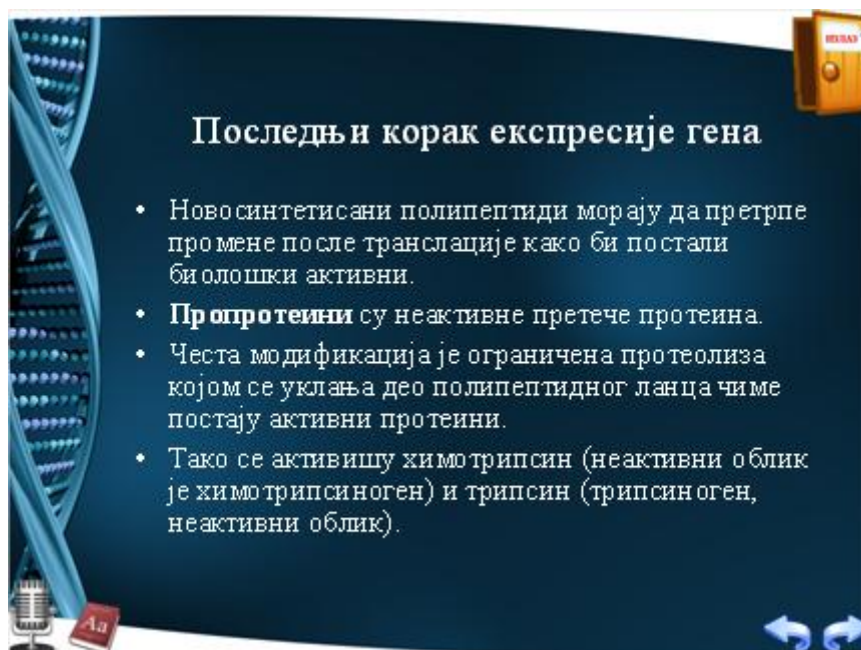
Слајд 221. Слајд обраде контроле транскрипције



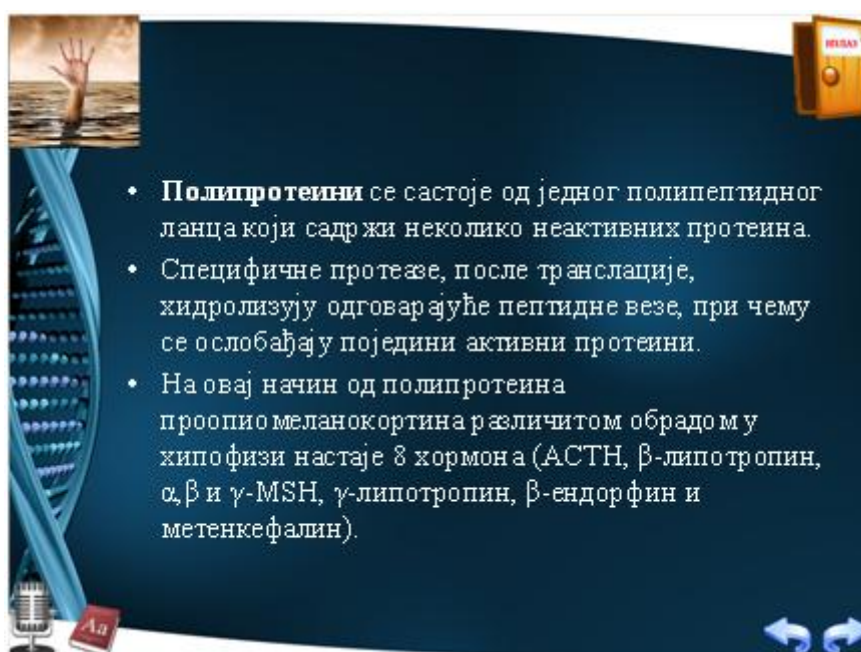
- У њима је синтеза протеина глобина усклађена са количином непротеинског дела хема.
- Овај механизам се заснива на фосфорилацији протеина који започиње translацију везивањем 1 иРНК за рибозом.
 - када нема довољно хема у ћелији, активира се ензим који катализује фосфорилацију тог протеина што изазива инхибицију translације глобинске иРНК.
 - када има хема, ензим је неактиван, а самим тим је протеин дефосфорилисан, па се translација убрзава.

Слајд 222. Слајд обраде контроле транскрипције

Док ученици самостално раде на реализацији наставних садржаја, наставник их обилази и контролише њихов рад.

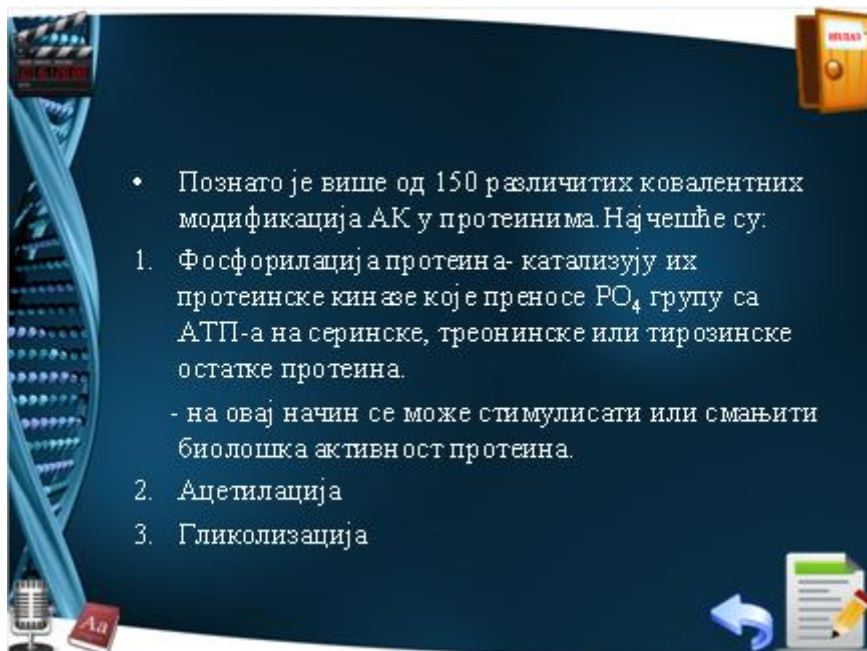


Слајд 223. Слајд обраде контроле транскрипције



Слајд 224. Слајд обраде контроле транскрипције

Како би се ученици подсетили ендокрине функције хипофизе коју су учили у 3. разреду гимназије, понуђена им је допунска презентација *Помоћ*, како би лакше савладали наставно градиво.

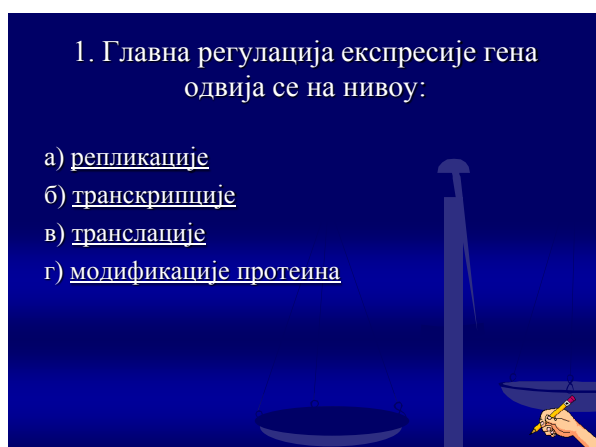


Слајд 225. Завршни слајд презентације наставне јединице Регулација активности гена

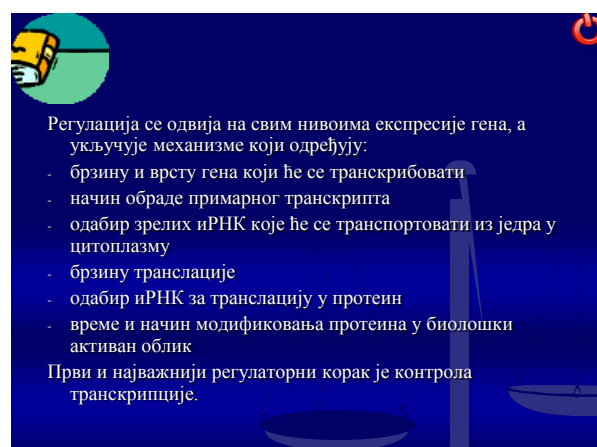
На слајду ученици могу да погледају и филм о експресији гена, како би лакше савладали наставно градиво.

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања:

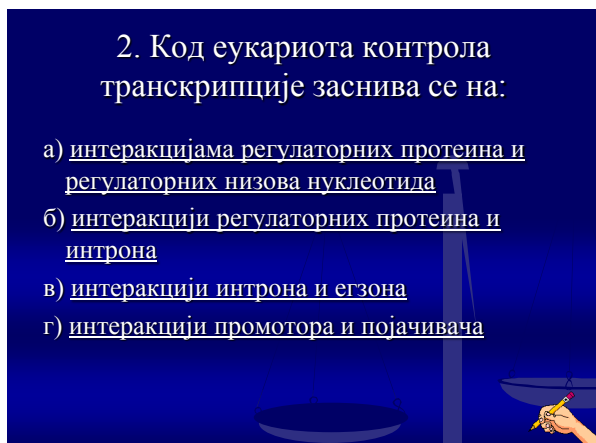
Након реализације градива наставне јединице *Регулација активности гена*, ученици преко последњег слајда презентације за обраду градива, приступају тесту за проверу усвојених знања. Сваки ученик самостално приступа решавању пет питања која су из кључних делова обрађеног градива, при чему по потреби користе информације за понављање одређених делова градива. Садржај те презентације је следећи:



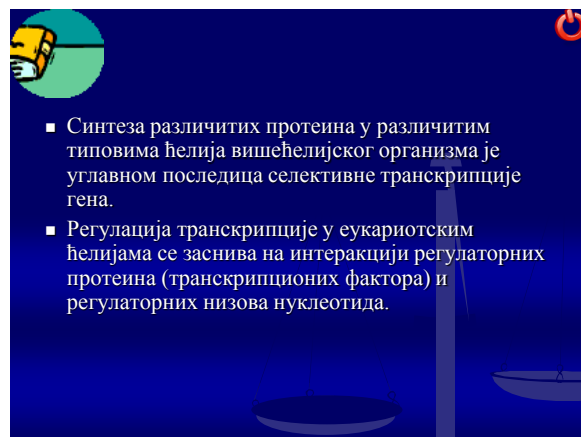
Слика 226. Прво питање теста



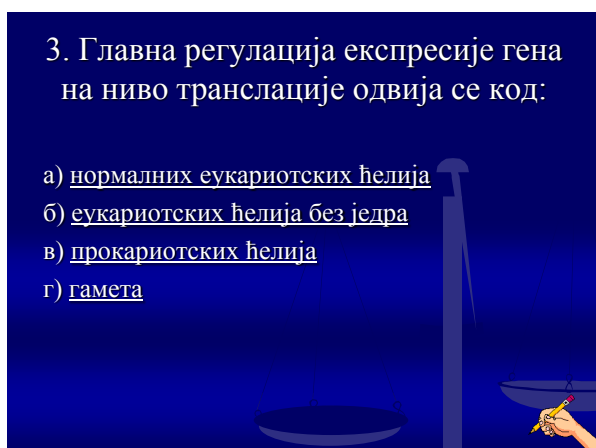
Слика 227. Подсетник за 1. питање



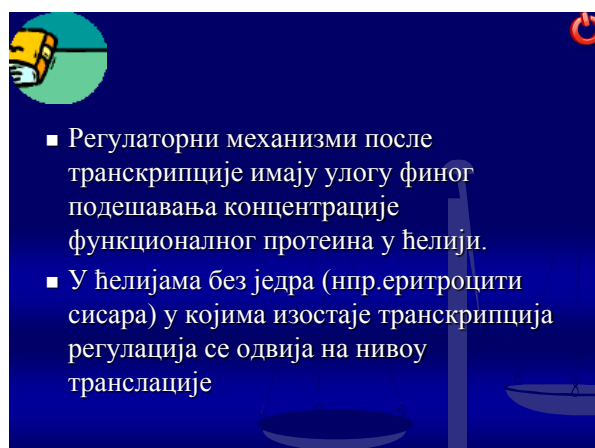
Слика 228. Друго питање теста



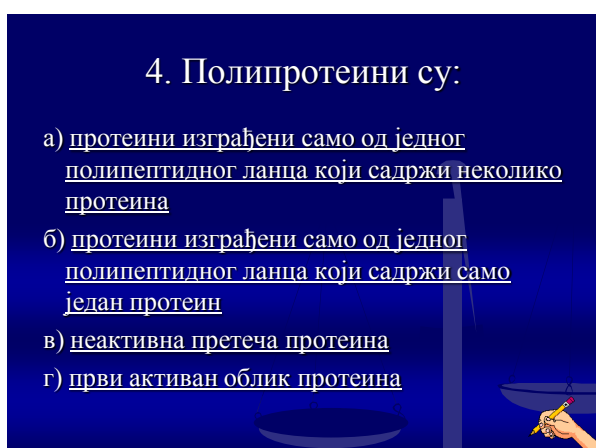
Слика 229. Подсетник за 2. питање



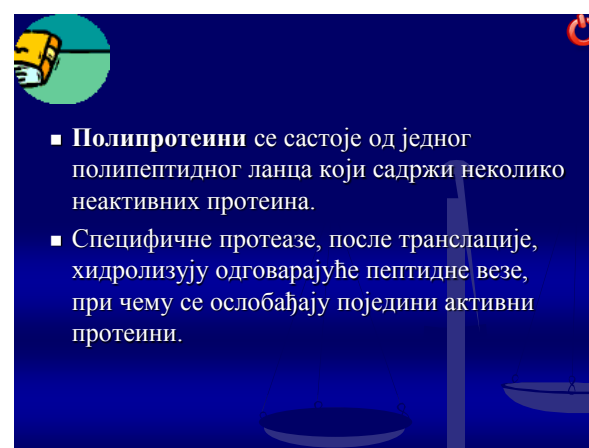
Слика 230. Треће питање теста



Слика 231. Подсетник за 3. питање



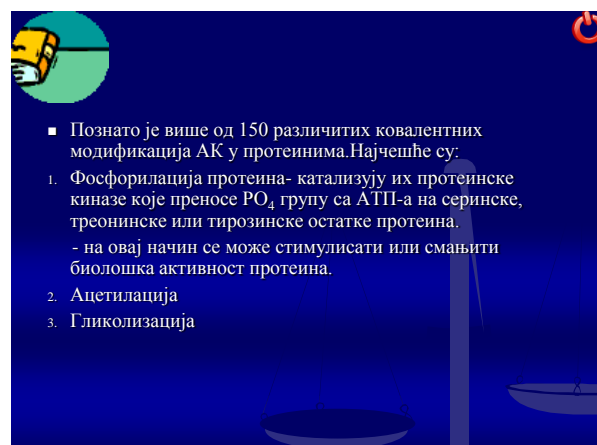
Слика 232. Четврто питање теста



Слика 233. Подсетник за 4. питање



Слика 234. Пето питање теста



Слика 235. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник прекида рад ученика и покреће дискусију како би сагледао степен усвојености биолошких знања о механизмима регулације синтезе протеина.

Етапа 6. Домаћи задатак:

После завршене дискусије, наставник задаје за домаћи задатак да ученици истраже које су пропротеине и полипротеине спомињали прошле године када су обрађивали системе органа животиња. Такође, ученици који нису завршили тест за проверу усвојених знања, да га ураде код куће.

7.3.12. Молекуларна биотехнологија

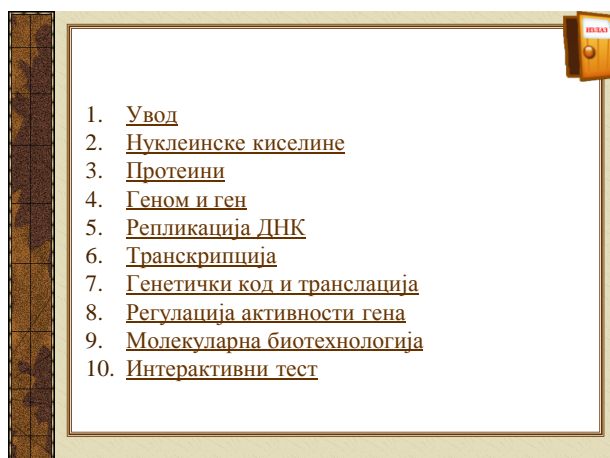
Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Молекуларна биотехнологија
Тип часа:	Обрада новог градива
Облик рада:	Индивидуални и фронтални облик
Образовни задаци:	– Усвајање појмова клонирање и генетички инжењеринг – Разумевање процеса клонирања
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о примени генетичког инжењеринга – Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница
Функционални задаци:	
Образовни стандарди:	I ниво-познаје појам клонирања II ниво- разуме поступак клонирања III ниво- дискутује могућности примене клонирања и утицај генетски модификованих организама на живи свет
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе

	самосталног рада ученика
Посебне врсте наставе:	Настава уз примену рачунара
Наставна средства и помагала:	Рачунар, електронски уџбеник биологије
Наставни објекти:	Кабинет за информатику
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. Разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд. – Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд. – http://www.znanje.org/i/i21/01iv11/01iv1129/index.htm – Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Покретање интерактивног електронског уџбеника и избор одговарајуће наставне јединице:

Ученици самостално отварају интерактивни електронски уџбеник и из садржаја теме *Основи молекуларне биологије* бирају наставну јединицу *Молекуларна биотехнологија*.



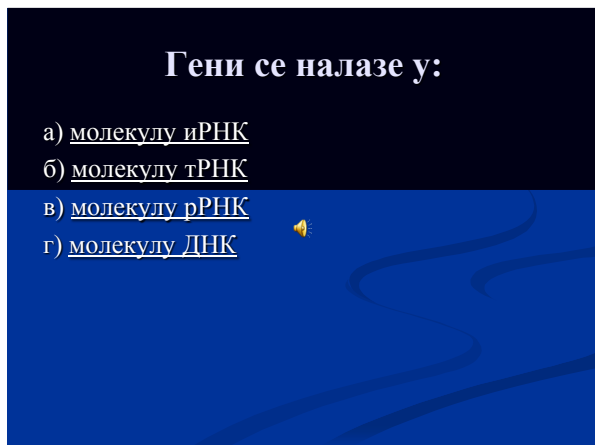
Слика 236. Садржај наставне теме
Основи молекуларне биологије



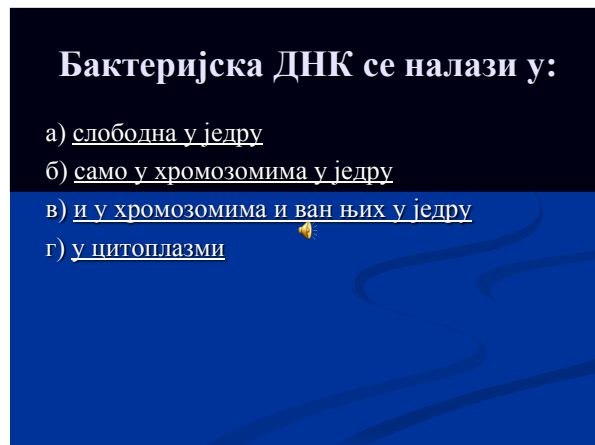
Слика 237. Насловни слајд наставне
јединице Молекуларна биотехнологија

Етапа 2. Решавање теста за уводни део градива:

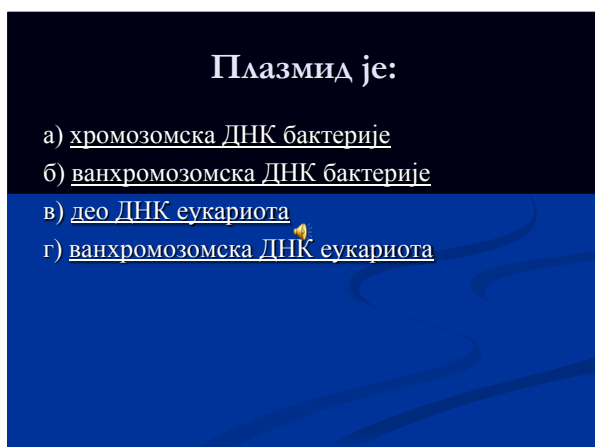
Ученици самостално решавају три питања из области положаја и грађе гена, као и молекулима ДНК у бактеријским ћелијама, које ће им олакшати савладавање новог градива.



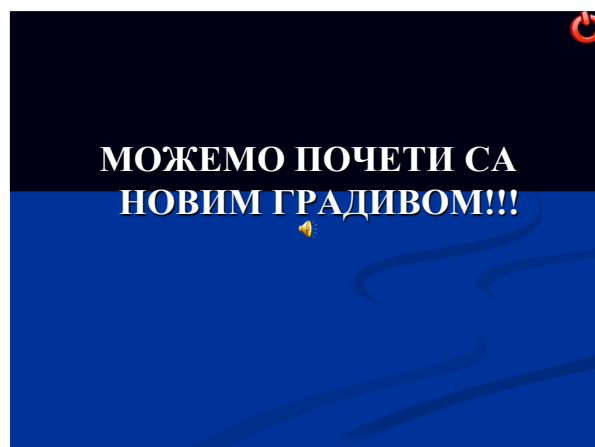
Слика 238. Прво питање теста



Слика 239. Друго питање теста



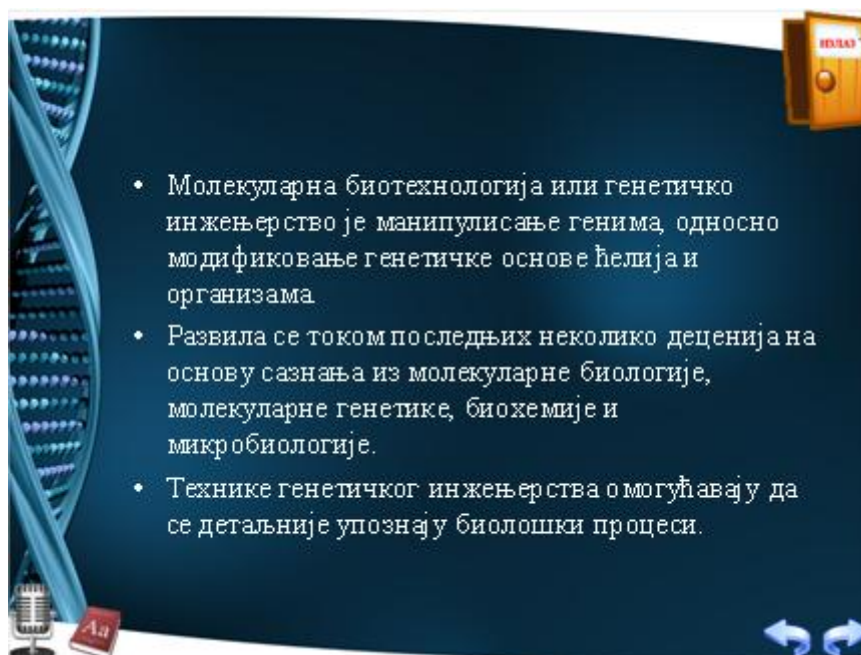
Слика 240. Треће питање теста



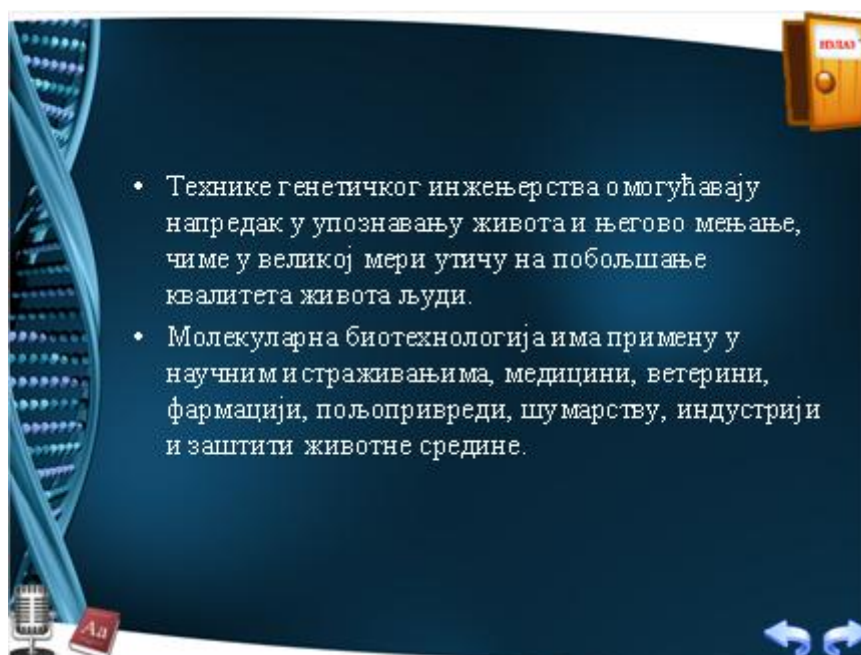
Слика 241. Завршни слајд теста

Етапа 3. Обрада наставног садржаја помоћу електронског уџбеника:

Последњи слај успешно урађеног теста за уводни део градива води ученике на презентацију за обраду градива наставне јединице *Молекуларна биотехнологија*. Презентација се састоји од 14 основних слајдова који пружају ученицима могућност да користе и додатне информације у циљу проширивања знања.



Слика 242. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије



Слика 243. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

Реализација наставних садржаја је обogaћена многобројним кратким филмовима, који на сликовит начин објашњавају сваки корак у процесу клонирања ДНК.

Клонирање ДНК

- је низ техника које се користе за изоловање појединачних гена из хромозома и њихово умножавање да би се добио велики број идентичних копија.
- **КЛОНИРАЊЕ** је процес добијања идентичних копија читавих организама, ћелија, молекула ДНК или делова молекула ДНК.

Слика 244. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

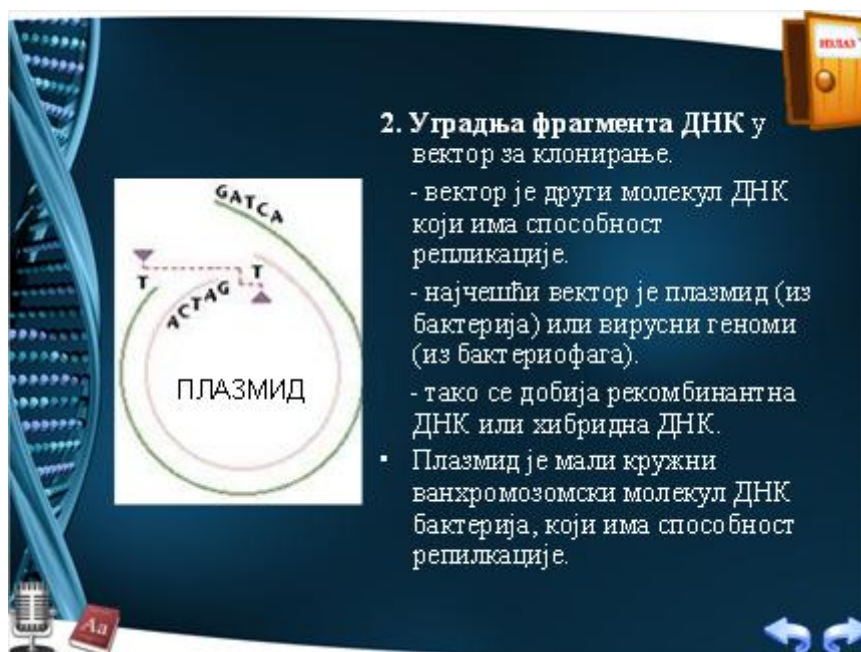
Слајд садржи и кратки *филм* о 15 најпознатијим клонираним животињама.

Клонирање ДНК

- Клонирање једног фрагмента ДНК (један ген или део гена) обухвата више поступака:
- 1. **Исецање жељеног гена** се постиже рестрикционим ензимима који препознају одређене нуклеотиде у ДНК.
 - фрагмент се састоји од 4 до 6 нуклеотида дефинисаног редоследа који се називају рестрикциона места (или секвенце препознавања).
 - пресецају оба ланца ДНК на местима где се налазе ти нуклеотиди.
 - пресецање се врши укосом, а крајеви постају лепљиви (јер се два различита фрагмента ДНК могу лако спојити хибридизацијом између једноланчаних крајева).

рестрикциони ензими

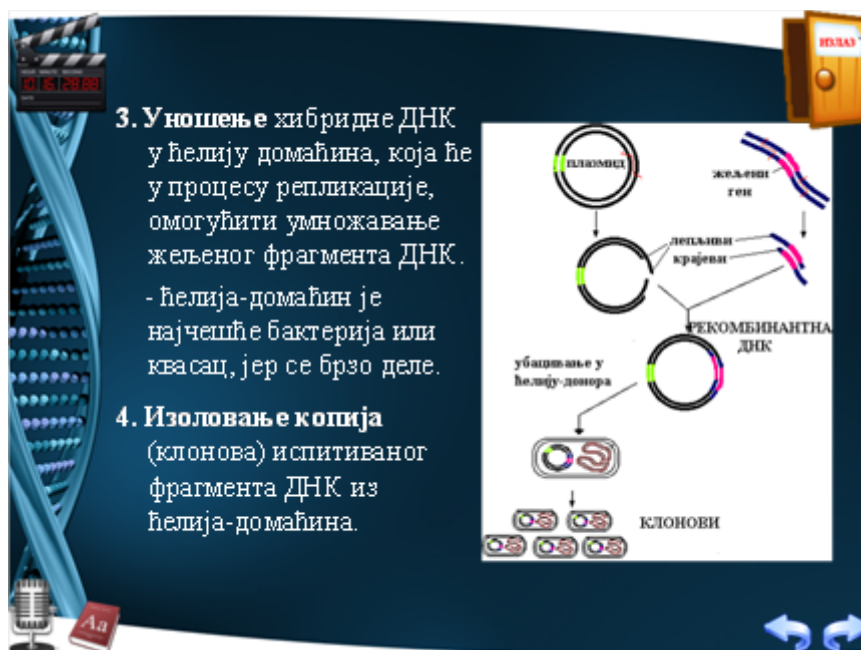
Слика 245. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије



2. Уградња фрагмента ДНК у вектор за клонирање.

- вектор је други молекул ДНК који има способност репликације.
- најчешћи вектор је плазмид (из бактерија) или вирусни геноми (из бактериофага).
- тако се добија рекомбинантна ДНК или хибридна ДНК.
- Плазмид је мали кружни ванхромозомски молекул ДНК бактерија, који има способност репликације.

Слика 246. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије



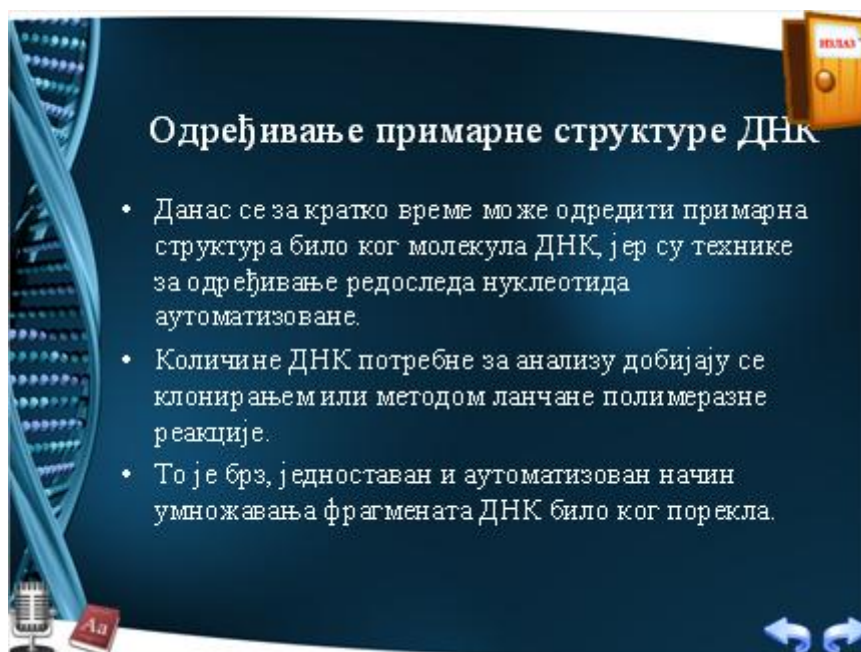
3. Уношење хибридне ДНК у ћелију домаћина, која ће у процесу репликације, омогућити умножавање жељеног фрагмента ДНК.

- ћелија-домаћин је најчешће бактерија или квасац, јер се брзо деле.

4. Изоловање копија (клонова) испитиваног фрагмента ДНК из ћелија-домаћина.

Слика 247. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

Слајд садржи и филм о поступку клонирања, што олакшава ученицима усвајање наставних садржаја.



Одређивање примарне структуре ДНК

- Данас се за кратко време може одредити примарна структура било ког молекула ДНК, јер су технике за одређивање редоследа нуклеотида аутоматизоване.
- Количине ДНК потребне за анализу добијају се клонирањем или методом ланчане полимеразне реакције.
- То је брз, једноставан и аутоматизован начин умножавања фрагмената ДНК било ког порекла.

Слика 248. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије



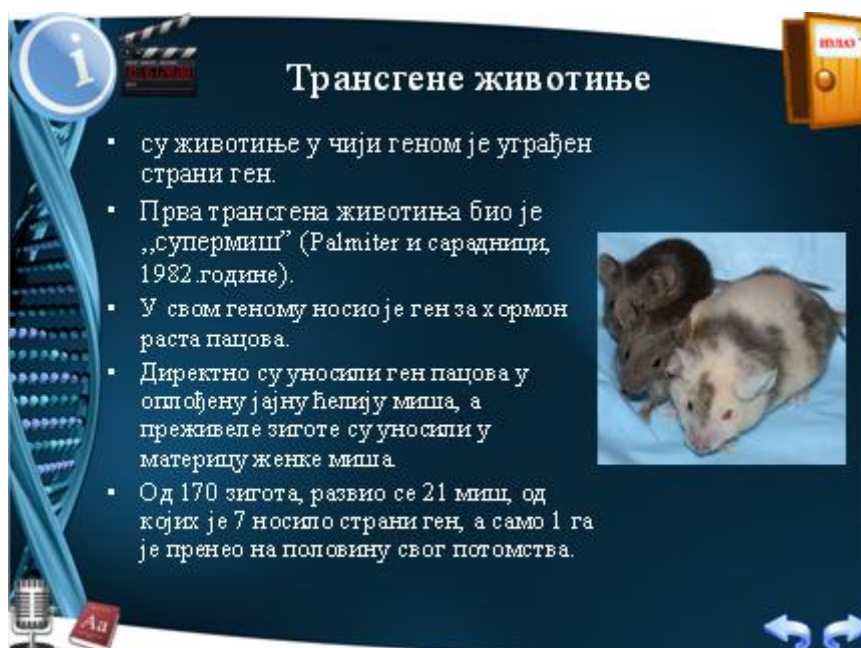
Успешно уношење страних гена у биљне ћелије омогућило је произвођачу култура веће хранљиве вредности, бољих приноса, веће отпорности на инсектициде, хербициде, биљне болести, сушу,...

The diagram illustrates the process of genetic transformation in plants. It shows a plant cell being transformed by a Ti plasmid containing a T-DNA region. The T-DNA integrates into the plant genome at specific sites. The resulting transformed cell is cultured in the presence of kanamycin to select for successful transformations. The final products shown are a transgenic plant and a cell of a transgenic plant, with images of tomatoes and a purple rose as examples of transgenic crops.

Слика 249. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

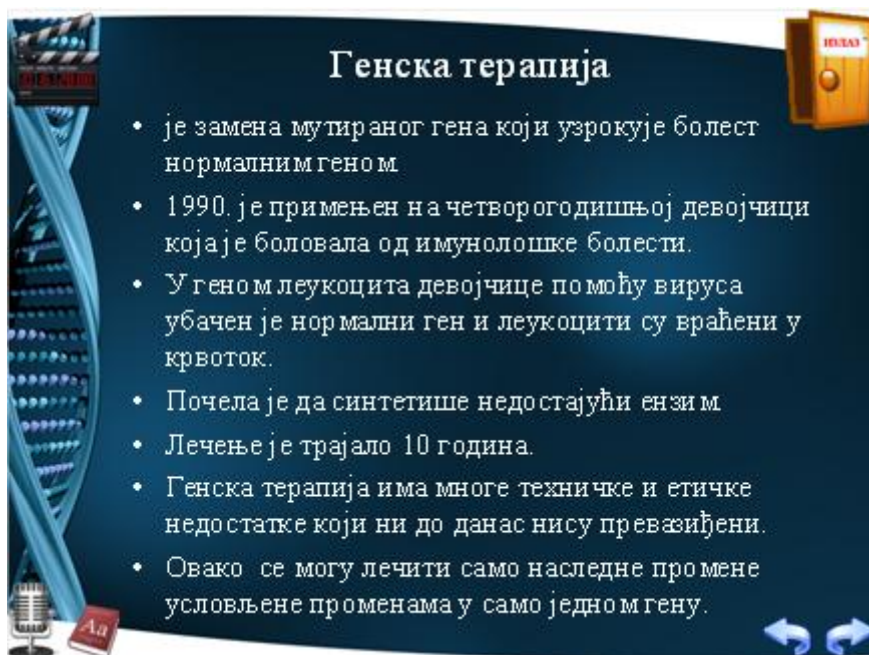


Слика 250. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије



Слика 251. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

Како би проширили знање о узгоју трансгених животиња и њиховој примени у свакодневном животу, ученицима је понуђена додатна презентација *Информација више*. Такође на слајду постоји и *филм* о узгоју трансгених пастрмки у циљу повећања мишићне масе и економске исплативости њиховог узгоја.

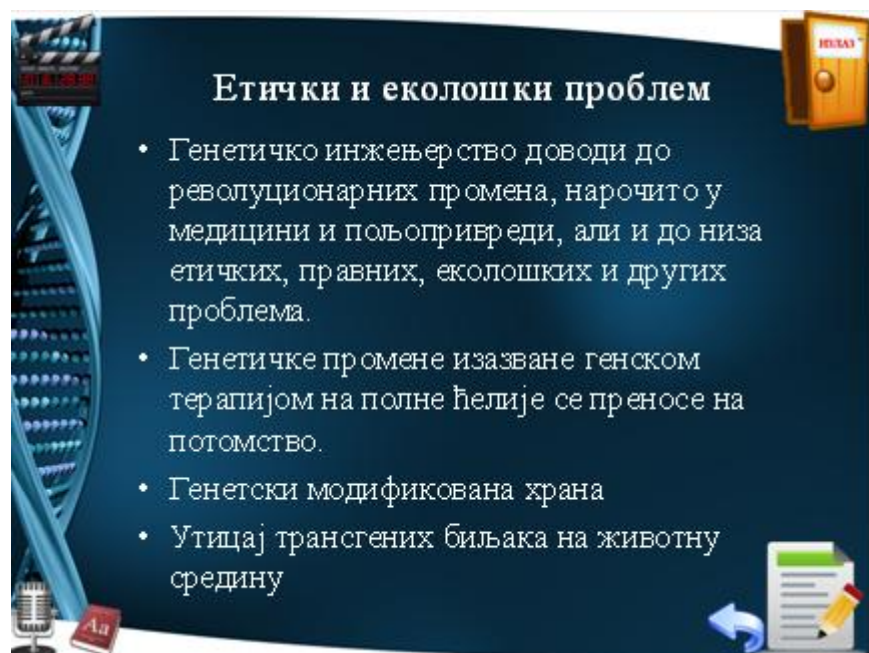


Генска терапија

- је замена мутираног гена који узрокује болест нормалним геном
- 1990. је примењен на четворогодишњој девојци која је боловала од имунолошке болести.
- У геном леукоцита девојчице помоћу вируса убачен је нормални ген и леукоцити су враћени у крвоток.
- Почела је да синтетише недостајући ензим
- Лечење је трајало 10 година.
- Генска терапија има многе техничке и етичке недостатке који ни до данас нису превазиђени.
- Овако се могу лечити само наследне промене условљене променама у само једном гену.

Слика 252. Слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

Слајд садржи и кратки филм у којем је приказано лечење и оригинални снимци девојчице на којој је примењена генска терапија.



Етички и еколошки проблем

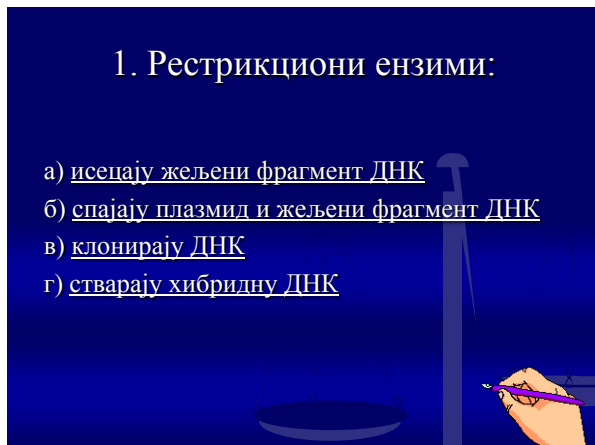
- Генетичко инжењерство доводи до револуционарних промена, нарочито у медицини и пољопривреди, али и до низа етичких, правних, еколошких и других проблема.
- Генетичке промене изазване генском терапијом на полне ћелије се преносе на потомство.
- Генетски модификована храна
- Утицај трансгених биљака на животну средину

Слика 253. Завршни слајд обраде градива молекуларне биотехнологије

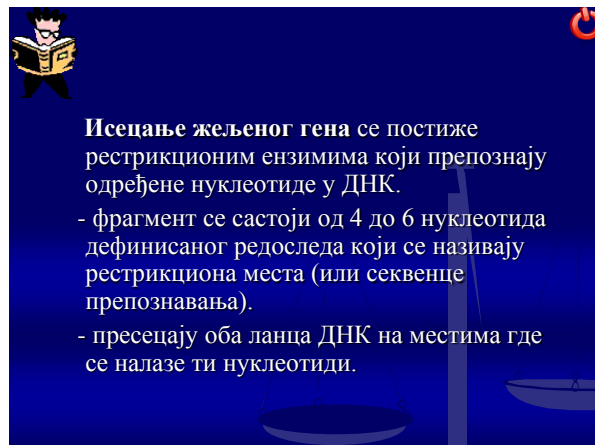
Како би ученици развили сопствено мишљење, слајд садржи и филм о ГМО храни, где су приказане предности и дискусије научника о њеној примени.

Етапа 4. Решавање теста за проверу усвојених знања

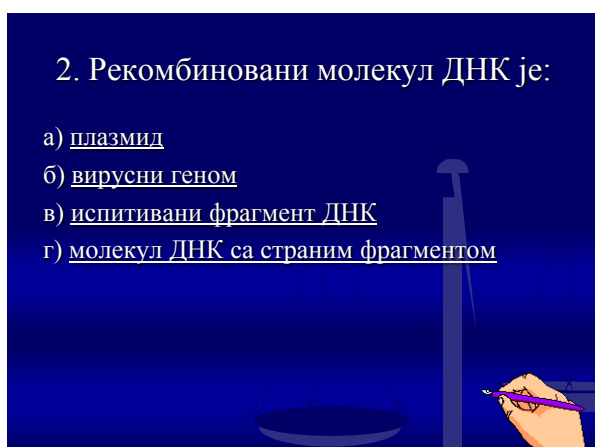
Након обраде наставних садржаја, ученици самостално решавају тест за проверу усвојених знања. Тест се састоји 5 питања, за чије решење ученици могу користити и додатне информације како би се подсетили и утврдили градиво.



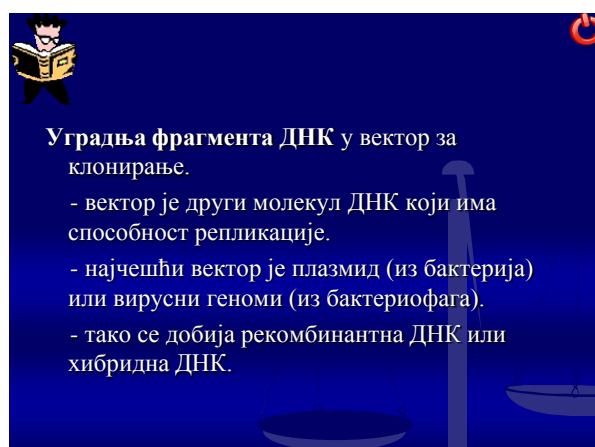
Слика 254. Прво питање теста



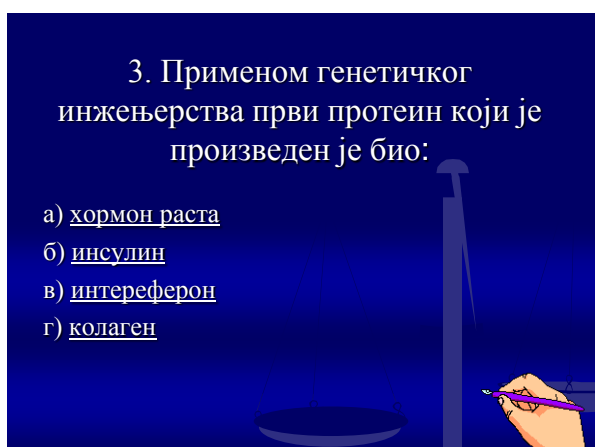
Слика 255. Подсетник за 1. питање



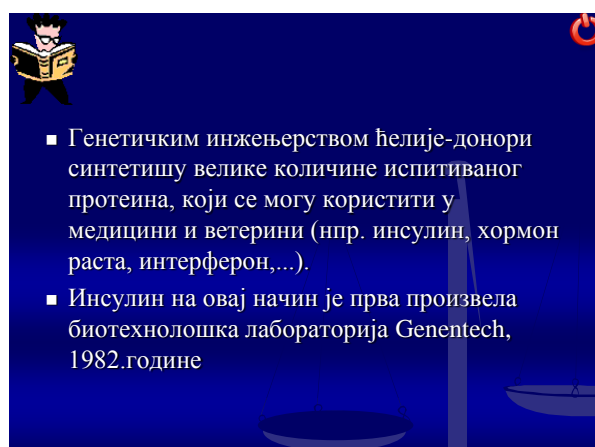
Слика 256. Друго питање теста



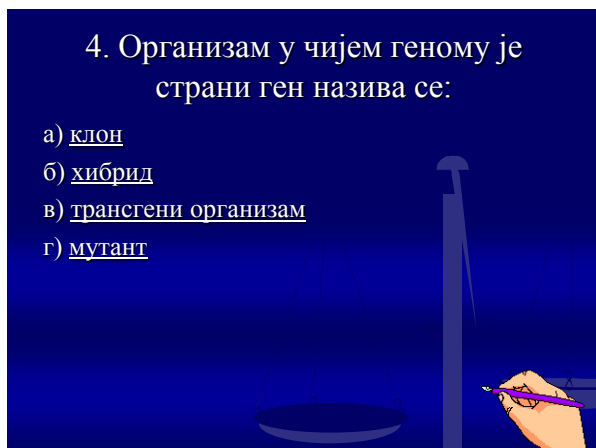
Слика 257. Подсетник за 2. питање



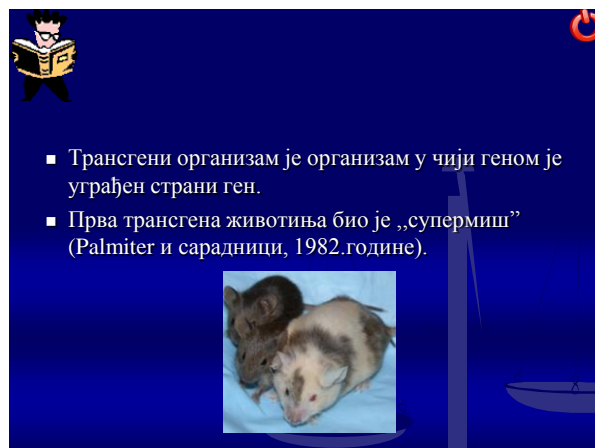
Слика 258. Треће питање теста



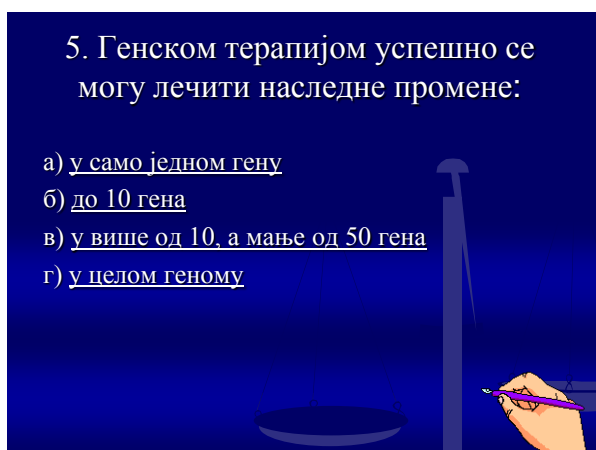
Слика 259. Подсетник за 3. питање



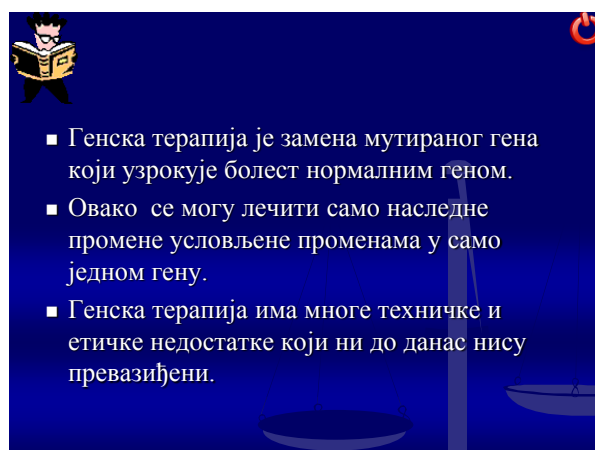
Слика 260. Четврто питање теста



Слика 261. Подсетник за 4. питање



Слика 262. Пето питање теста



Слика 263. Подсетник за 5. питање

Етапа 5. Дискусија:

У завршном делу часа, наставник прекида самосталан рад ученика на интерактивном електронском уџбенику и покреће дискусију како би сагледао степен усвојених знања ученика.

Етапа 6. Домаћи задатак:

За домаћи задатак, наставник задаје ученицима да истраже и напишу у свеску за биологију по неколико позитивних и неколико негативних ставова о узгоју и примени ГМО хране.

7.3.13. Утврђивање регулације активности гена и молекуларне биотехнологије

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Утврђивање регулације активности гена и молекуларне биотехнологије
Тип часа:	Провера усвојености знања

Облик рада:	Групни облик
Образовни задаци:	– Провера усвојености биолошких садржаја из реализованих наставних јединица
Васпитни задаци:	– Развијање интересовања о контроли синтезе протеина и генетичком инжењерству
Функционални задаци:	– Развијање способности логичког размишљања и повезивања чињеница – Утврђивање вештина и навика
Образовни стандарди:	I ниво- разликује процесе контроле синтезе протеина, клонирања и генетичког инжењерства II ниво- разуме начине регулације активности гена и сврху клонирања III ниво- аргументовано дискутује поједине фазе клонирања
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне
Наставна средства и помагала:	Наставни листићи
Наставни објекти:	Кабинет за биологију
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за наставника:	– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд. – Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд. – http://www.znanje.org/i/21/01iv11/01iv1129/index.htm – Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије</i> , Природно-математички факултет, Нови Сад. – Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Активност наставника:

Наставник распоређује ученике у групе од по три члана по приципу једна клупа-једна група и дели свакој групи наставни листић. Том приликом укратко објашњава начин решавања наставног листића.

Изглед наставног листића

1. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Претварање трипсиногена у трипсин је пример :

- а) фосфорилације протеина
- б) ограничене протеолизе
- в) хидролизе
- г) ни једно од горе наведених

2. Рестрикциони ензими:

- а) исецају жељени фрагмент ДНК
- б) спајају плазмид и жељени фрагмент ДНК
- в) клонирају ДНК
- г) стварају хибридную ДНК

II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. Експресија гена је сложен процес усаглашен са _____ потребама ћелије које се мењају у различитим _____ развића и диференцијације под различитим утицајима унутрашњи и спољашње _____.
4. Метода ланчане полимеразне реакције је брз, _____ и _____ начин _____ умножавања _____ ДНК било ког порекла.

III- ПОВЕЖИ ПОЈМОВЕ СА ОДГОВАРАЈУЋИМ ТВРДЊАМА

5. Спајање судова и појмова:

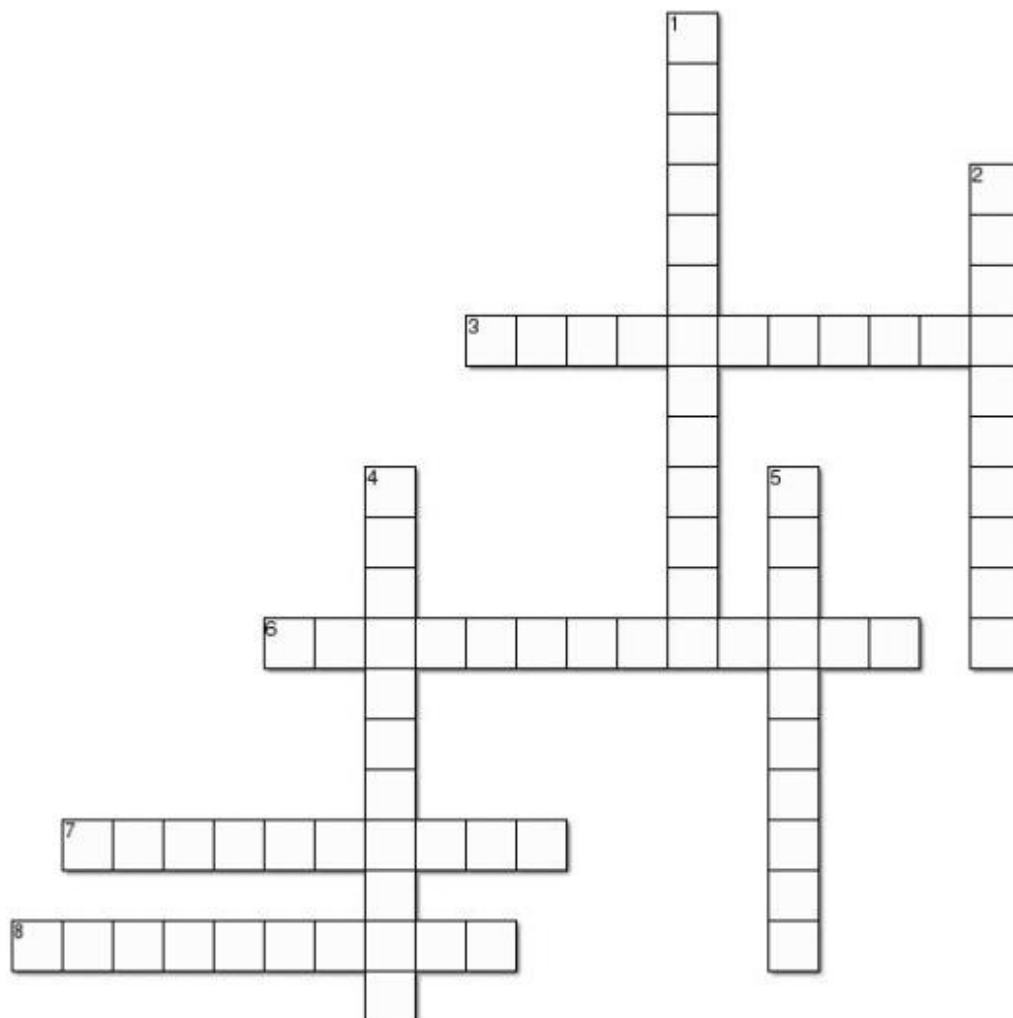
- 1. Плазмид () ДНК са страним фрагментом
- 2. Рестрикциони ензими () молекул ДНК који има способност репликације
- 3. Хибридна ДНК () мали кружни бактеријски молекул ДНК ван хромозома
- 4. Секвенце препознавања () протеини који исецају жељени фрагмент ДНК
- 5. Вектор за клонирање () места где се врши исецање фрагмента ДНК

IV- СРЕДИ ПОДАТКЕ

6. Реши укрштеницу:

Знање је моћ

Добро размисли



Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Horizontal

3. ковалентна модификација аминокиселина у протеинима
6. ковалентна модификација аминокиселина у протеинима
7. неактивна претеча протеина
8. синтеза функционалног протеинског производа неког гена

Vertical

1. ковалентна модификација аминокиселина у протеинима
2. регулаторни нивои нуклеотида који убрзавају транскрипцију гена
4. полипептидни ланац који садржи неколико неактивних протеина
5. регулаторни нивои нуклеотида који успоравају транскрипцију гена

2. група

I-ЗАОКРУЖИ СЛОВО ИСПРЕД ТАЧНОГ ОДГОВОРА

1. Применом генетичког инжењерства први протеин који је произведен је био:

- а) хормон раста
- б) инсулин
- в) интерферон
- г) колаген

2. Код еукариота контрола транскрипције заснива се на:

- а) интеракцијама регулаторних протеина и регулаторних низова нуклеотида
- б) интеракцији регулаторних протеина и интрона
- в) интеракцији интрона и егзона
- г) интеракцији промотора и појачивача

II-ДОПУНИ РЕЧЕНИЦЕ РЕЧИМА КОЈЕ НЕДОСТАЈУ

3. На крају процеса клонирања потребно је изоловати _____, односно _____ испитиваног фрагмента ДНК из ћелија _____.

4. У _____ еритроцита синтеза протеина _____ усклађена са _____ непротеинског дела хема.

III- ПОВЕЖИ ПОЈМОВЕ СА ОДГОВАРАЈУЋИМ ТВРДЊАМА

5. Спајање судова и појмова:

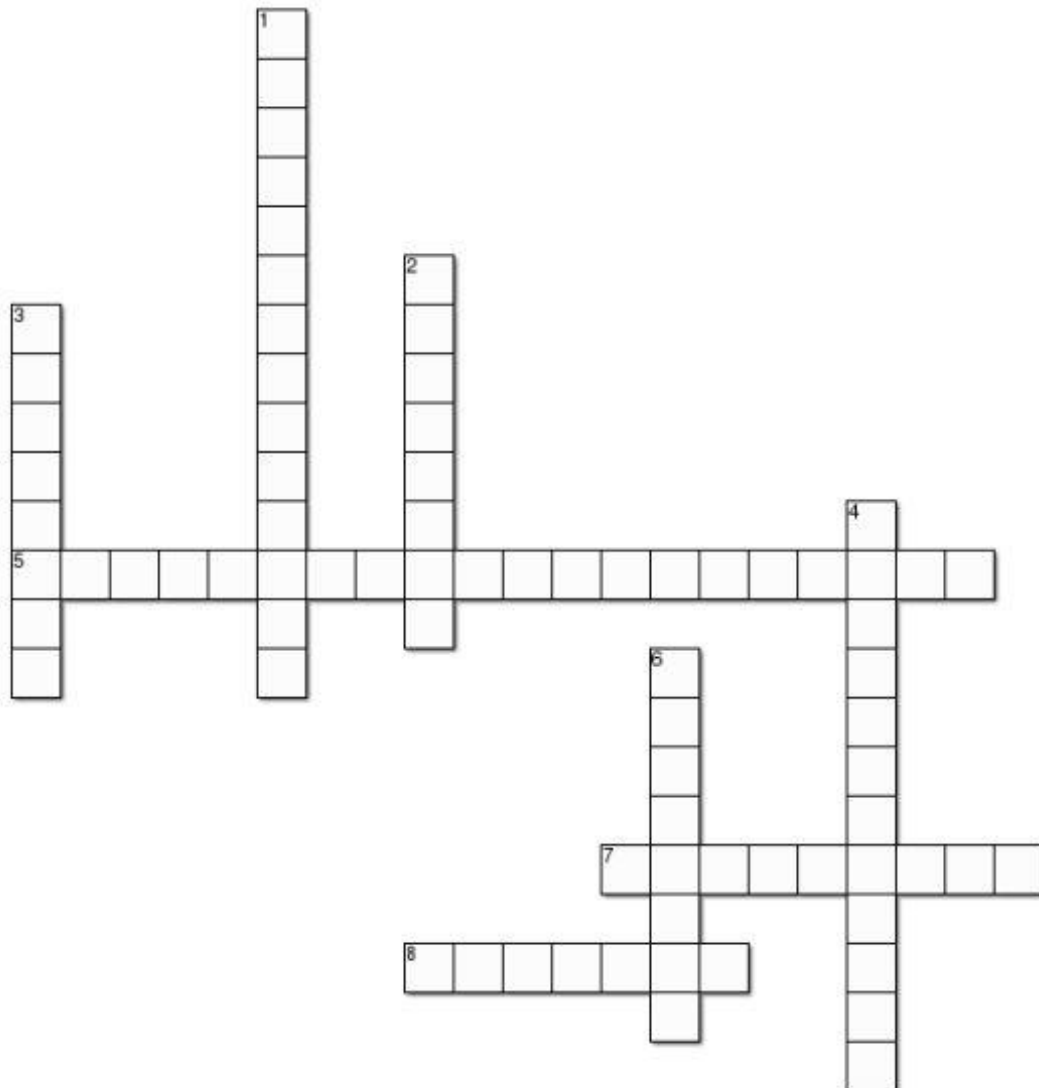
- 1. Пропотеини () неактивне претече протеина
- 2. Контрола транскрипције () први регулаторни корак
- 3. Појачивачи () неопходни за потпуну активацију промотора
- 4. Инхибитори () негативни појачивачи
- 5. киназе () катализују фосфорилацију протеина

IV- СРЕДИ ПОДАТКЕ

6. Реши укрштеницу:

Знање је моћ

Добро размисли



Created on TheTeachersCorner.net/Crossword-Maker

Horizontal

5. модификација укљањања дела пропротеина
7. животиња у чији геном је уграђен страни ген
8. први протеин који је синтетисан генетичким инжењерством

Vertical

1. лечење заменом мутираног гена који узрокује болес, нормалним геном
2. ДНК са страним фрагментом
3. прва животиња која је клонирана из диференциране ћелије одраслог организма
4. вектори за клонирање који потичу из бактериофага
6. прва трансгена животиња

Етапа 2. Решавање наставног листића:

Ученици у оквиру групе, решавају задатке са наставног листића. Питања, као и одговоре записују у свеску за биологију.

Етапа 3 и 4. Презентовање резултата и дискусија:

Представници групе, пред свим ученицима саопштавају резултате на одговарајућа питања. Наставник покреће дискусију са осталим ученицима у одељењу о исправности одговора.

Етапа 5. Домаћи задатак:

Пошто је било две различите групе наставних листића, за домаћи задатак наставник задаје ученицима да у свеске за биологију препишу питања и тачне одговоре групе коју нису радили на часу. Такође, ученици добијају за домаћи задатак да понове и провежбају садржаје наставне теме *Основи молекуларне биологије* помоћу интерактивног теста.

7.3.14. Систематизација наставне теме *Основи молекуларне биологије*

Наставни предмет:	Биологија
Наставна тема:	Основи молекуларне биологије
Наставна јединица:	Систематизација наставне теме <i>Основи молекуларне биологије</i>
Тип часа:	Објективно проверавање знања- финални тест
Облик рада:	Писмена провера знања
Образовни задаци:	– Систематизација усвојеног градива, појмова и процеса у ћелији на молекуларном нивоу
Васпитни задаци:	– Развијање мишљења и самосталног закључивања – Стицање навика за писмену проверу усвојених знања и степена њихове примене
Функционални задаци:	– Утврђивање вештина и навика
Образовни стандарди:	I ниво- разликује процесе у ћелији на молекуларном нивоу II ниво- разуме начине одвијања процеса преноса генетичке информације са ДНК на синтезу протеина III ниво- аргументовано дискутује значај и могућност примене молекуларне биологије и генетичког инжењерства
Наставне методе:	Вербално-текстуалне, демонстративно-илустративне и методе самосталног рада ученика
Наставна средства и помагала:	Тест објективног типа
Наставни објекти:	Кабинет за биологију
Литература за ученике:	– Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011)
Литература за	– Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А.,

наставника:

- Јовановић, С. (2011): Биологија за 4. разред гимназије природно-математичког смера, Завод за уџбенике, Београд.
- Павићевић Савић, Д., Матић, Г. (2011): Молекуларна биологија 1, NNK International, Београд.
 - <http://www.znanje.org/i/21/01iv11/01iv1129/index.htm>
 - Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичко-методички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
 - Интерактивни електронски уџбеник биологије за 4. разред гимназије природно-математичког смера (Терзић, 2011).

Ток часа:

Етапа 1. Активност наставника:

На почетку часа наставник даје кратко упутство за израду теста, као и објашњење о различитим типовима питања која су у њему заступљена. После тога сваком ученику дели тест. Финални тест је дат у Прилогу 8.2. ове дисертације.

Етапа 2. Активност ученика:

Након добијања теста, ученици приступају индивидуалном решавању задатака на финалном тесту (тест: *Основи молекуларне биологије*).

Етапа 3. Активност наставника и ученика:

У завршном делу часа (10 минута пре краја часа), наставник прикупља тестове и разгова са ученицима о решењима одређених задатака. Такође их упознаје са начином бодовања и скалу бодова за оцењивање исписује на табли, како би је сваки ученик видео.

7.4. Анкете за ученике и наставнике

7.4.1. Анкета за ученике о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији

Драги ученици,

Током реализације часова биологије применом електронског уџбеника упознали сте се са једним иновативним моделом наставе. Његов циљ је био да се наставни садржаји из биологије учине приступачнијим и занимљивијим. Молим те да искрено одговориш на постављена питања и изнесеш своје ставове о оваквом начину рада у настави биологије.

Име и презиме: _____

1. Изнеси своје мишљење о примени електронског уџбеника на часовима биологије.

Тврдње:	Слажем се	Делимично се слажем	Не слажем се
Часови биологије на којима сам користио/ла електронски уџбеник су ми били интересантнији у односу на раније часове.			
Наставни садржаји из биологије приказани у електронском уџбенику су ми били много јаснији.			
На часовима биологије на којима сам користио/ла електронски уџбеник научио сам много више на часу, него на ранијим часовима.			
Лако сам савладао наставно градиво коришћењем електронског уџбеника.			
Коришћење електронског уџбеника је утицало на повећање моје заинтересованости за биологију.			
Било ми је тешко да користим рачунар на часовима биологије.			
Желим да целокупно градиво из биологије учимо на овај начин.			

2. Изнеси своје мишљење о електронском уџбенику из биологије који си користио/ла.

Тврдње:	Слажем се	Делимично се слажем	Не слажем се
Електронски уџбеник сам самостално користио/ла.			
Наставно градиво из биологије је у електронском уџбенику обрађено прегледно, јасно и занимљиво.			
Током коришћења уџбеника често сам користио нарацију.			
Фотографије дате у уџбенику су ми помогле током учења.			
Посматрање филмова датих у уџбенику ми је олакшало разумевање и усвајање градива.			
Током учења, често сам користио „Занимљивости“.			
„Информације више“ су прошириле моја знања из биологије.			
Додатни садржаји из „Информација више“ су ми помогле да лакше савладам ново градиво.			
Одговори на питања за проверу знања су ми помогли да разумем градиво.			
Интерактивни тестови на крају сваке наставне теме су ми помогли да пратим свој напредак у учењу биологије.			
Коришћење електронског уџбеника ме је подстицало на учење биологије.			

3. Процени своју улогу у процесу учења биологије уз примену електронског уџбеника.

Тврдње:	Слажем се	Делимично се слажем	Не слажем се
Увек сам био расположен за учење биологије коришћењем електронског уџбеника.			
Био сам много активнији током учења биологије из електронског уџбеника.			
Самостално сам трагао за новим информацијама како би проширио своје знање из биологије.			
Коришћењем електронског уџбеника брже сам савладавао градиво из биологије.			
Овакав начин учења биологије ми је временом постао досадан.			

4. Шта ти се највише свидело на часовима биологије који су реализовани применом електронског уџбеника?

5. Које су твоје примедбе о реализацији часова биологије применом електронског уџбеника?

Захваљујем ти се на искрености и сарадњи.

мр Јованка Терзић, проф. биологије

7.4.2. Анкета за професоре биологије о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији

Поштовани,

Молим Вас да изнесете своје мишљење и ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије, тако што ћете пажљиво прочитати питања и искрено одговорити на њих.

Упитник је анониман.

1. Колико година радног искуства у настави имате? Заокружи један од датих одговора:

- а) до 5 година
- б) од 6 до 10 година
- в) од 11 до 15 година
- г) од 16 до 20 година
- д) од 21 до 25 година
- ђ) више од 26 година

2. Упишите своје године живота: _____.

3. У којој мери се наведене тврдње слажу са Вашим мишљењем?

Стављите по један знак X у сваком реду, тј. за сваку наведену тврдњу.

Бр.	Тврдње:	Потпуно се слажем	Углавном се слажем	Нисам сигуран	Углавном се не слажем	Уопште се не слажем
1.	Волео/ла бих да у школи имам више могућности за примену рачунара у настави биологије.					
2.	Не бих користи/о, ла рачунар у настави биологије.					
3.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује ученицима брже усвајање знања.					
4.	Ученици не схватају озбиљно учење градива када користе електронски уџбеник.					
5.	Примена електронског уџбеника омогућује већи квалитет и квантитет биолошког знања.					
6.	Примена електронског уџбеника доприноси већој примени стеченог знања, него класични уџбеник.					
7.	Ученицима је кориснија жива реч наставника, од анимација, филмова и објашњења у електронском уџбенику.					
8.	Примена електронског уџбеника омогућује већу самосталност у раду ученика и њихову већу мисаону активност у настави него класичан начин учења.					

9.	Примена електронског уџбеника у настави биологије је интересантнији начин учења у односу на класичан приступ у настави.					
10.	Примена електронског уџбеника у настави биологије спутава креативност наставника.					
11.	Примена електронског уџбеника у настави биологије обезбеђује већу пажњу и дисциплину ученика у настави, него класичан начин учења.					
12.	Примена електронског уџбеника у настави биологије обезбеђује већу динамичност наставе, него класичан начин учења.					
13.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује већи степен индивидуализације наставе него класичан начин учења.					
14.	Примена електронског уџбеника у настави биологије смањује контакт између наставника и ученика.					
15.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује опуштенију атмосферу на часу, јер су ученици више мотивисана за рад и учење.					
16.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује ефикасније праћење и објективно оцењивање рада ученика.					
17.	Примена електронског уџбеника у настави биологије омогућује већу контролу ученика над сопственим напредовањем у односу на традиционалан начин учења.					
18.	Примена електронског уџбеника у настави биологије захтева већу одговорност ученика за резултате властитог рада и напредовања у учењу.					
19.	Класична настава биологије коју реализујем у школи је добра и без примене рачунара.					
20.	Не постоји ни један ваљан разлог због кога би професоре биологије требало убеђивати да користе рачунар у настави.					

Захваљујем Вам се на искрености и сарадњи.

мр Јованка Терзић, проф. биологије

БИОГРАФИЈА АУТОРА



Рођена сам 23. 4. 1968. године у Кикинди, Република Србија. У родном граду сам завршила основну школу „Моша Пијаде“ и гимназију природно-математичког смера „Душан Васиљев“, као одличан ђак. Природно-математички факултет у Новом Саду, одсек биологија, смер професор биологије уписала сам школске 1988/1989. године. Студије сам завршила са просечном оценом 8,48. Дипломски рад из предмета Физиологија биљака сам одбранила са оценом 10.

Професорску каријеру сам почела 1994. године у Новом Саду и наредних 17 година сам стицала радно искуство у више новосадских школа са непуним радним временом. Била сам запослена у основној школи „Бранко Радичевић“, у Средњој машинској школи, затим у гимназији „Лаза Костић“, средњој музичкој школи „Исидор Бајић“, Средњој балетској школи и гимназији „Исидора Секулић“.

Од 2010. године запослена сам са пуним радним временом у гимназији „Исидора Секулић“ у Новом Саду. Тако богато и разноврсно радно искуство у просвети су допринели мом квалитету и успеху у раду са ученицима, због чега ми је 2011. године додељено Признање „др Ђорђе Натошевић“.

Последипломске студије на Природно-математичком факултету, одсек биологија из научне области Методика наставе биологије уписала сам школске 2004/2005 године. Положила сам све испите предвиђене Наставним планом и програмом ових студија са просечном оценом 9,17. Магистарску тезу под називом Ефикасност примене мултимедије у настави биологије, одбранила сам 2008. године.

До сада сам објавила 8 радова у стручним и научним часописима и излагала на научним скуповима у земљи и иностранству. Из докторске дисертације објавила сам до сада 4 рада у домаћим и страним научним и стручним часописима и научним скуповима.

На Конфучијевом Институту у Новом Саду положила сам тест ХСК1 из кинеског језика.

Удата сам и имам две кћерке.

Нови Сад, 5. 4. 2016. године

мр Јованка Терзић, професор биологије

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Аутор: АУ	мр Јованка Терзић
Ментор: МН	др Томка Миљановић, редовни професор
Наслов рада: НР	Ефикасност примене електронског уџбеника у настави биологије у гимназији
Језик публикације: ЈП	Српски (ћирилица)
Језик извода: ЈИ	Српски / Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	Војводина
Година: ГО	2016.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса издавања: МА	Нови Сад, ПМФ, Департман за биологију и екологију, Трг Доситеја Обрадовића бр. 2
Физички опис рада: ФО	(бр. поглавља/страна/лит.цитата/табела/слика/графика/прилога) 7 252 154 18 280 14 5
Научна област: НО	Биологија
Научна дисциплина: НД	Методика наставе биологије
Предметна одредница / Кључне речи: ПО	Настава биологије, гимназија, примена електронског уџбеника, ефикасност наставе, настава биологије
УДК:	
Чува се: ЧУ	ПМФ, Нови Сад, Библиотека Департмана за биологију и екологију, Трг Д. Обрадовића бр. 2

Важна напомена: ВН	нема
<p>Извод: ИЗ</p> <p>За потребе израде ове докторске дисертације најпре је направљен интерактивни електронски уџбеник биологије за IV разред гимназије природно-математичког смера, а затим је анализирана ефикасност његове примене у односу на традиционалну наставу. Педагошко истраживање је спроведено на узорку од 167 ученика (85 ученика у експерименталној и 82 ученика у контролној групи). Ученици Е групе су садржаје из наставне теме Основи молекуларне биологије у IV разреду гимназије реализовали применом интерактивног електронског уџбеника, индивидуалним обликом рада, док су ученици К група исте садржаје обрадила традиционалним наставним методама и фронталним обликом рада док су код куће учили из штампаног уџбеника.</p> <p>Експериментална и контролна група су уједначене на почетку истраживања на основу успеха ученика из биологије на крају III. разреда гимназије и на основу резултата иницијалног теста.</p> <p>Након реализације наведене наставне теме ученици обе групе су радили финални тест, а након 75 дана ретест. Такође су спроведене анкете за ученике Е групе и професоре биологије који раде у гимназији о примени електронског уџбеника у настави биологије. Након тога су статистички обрађени и анализирани резултати тестова и анкета.</p> <p>Ученици Е групе су остварили бољи успех на финалном тесту и ретесту од ученика К групе. Разлике у њиховом постигнућу на финалном тесту и ретесту (у корист Е групе) су статистички значајне како на појединачним когнитивним нивоима (познавање чињеница, разумевање појмова и примена знања), тако и на тестовима у целини.</p> <p>Резултати финалног теста су потврдили већу ефикасност наставе биологије уз примену електронског уџбеника у односу на традиционалну наставу. Резултати ретеста су потврдили већу трајност (квалитет) знања из биологије усвојеног применом електронског уџбеника у односу на знање стечено традиционалним метода рада. Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе је резултат примене електронског уџбеника и индивидуалног облика рада у настави биологије.</p> <p>Ученици Е групе и професори биологије који раде у гимназији су изнели позитивне ставове о примени електронског уџбеника у настави биологије. То показује да они прихватају увођење иновативних модела рада у наставу.</p> <p>Веће постигнуће ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе као и позитивни ставови ученика и професора о примени електронског уџбеника у настави биологије у гимназији препоручују израду и коришћење електронских уџбеника урађених према важећим наставним програмима у настави биологије и других предмета.</p>	
Датум прихватања теме од стране Н.Н. већа: ДП	24. 5. 2012. године
Датум одбране: ДО	
<p>Чланови комисије: КО</p> <p>Председник: др Јелена Пураћ , ванредни професор, ПМФ, Нови Сад</p> <p>Члан: др Томка Миљановић, редовни професор, ментор, ПМФ, Нови Сад</p> <p>Члан: др Оливера Гајић, редовни професор, Филозофски факултет, Нови Сад</p> <p>Члан: др Соња Ристић, ванредни професор, ФТН, Нови Сад</p> <p>Члан: др Вера Жупанец, доцент, ПМФ, Нови Сад</p>	

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF NATURAL SCIENCES & MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph publication
Type of records: TR	Textual material, printed
Contens Code: CC	PhD dissertation
Author: AU	mr Jovanka Terzić
Mentor: MN	dr Tomka Miljanović, Ph. D., full professor
Title: XI	Efficiency of electronic textbooks in Biology classes in grammar schools
Language of text: LT	Serbian (Cyrillic alphabet)
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	Author's reprint
Publ. place: PP	Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, 2 Trg Dositeja Obradovića.
Physical description: PD	(chapters/pages/literature/ tables/pictures/graphs/additional lists) 7 252 154 18 280 14 5
Scientific field: SF	Biology
Scientific discipline: SD	Teaching methods of Biology
Subject/Key words: SKW	interactive electronic textbook, modern tools, traditional teaching, effectiveness of teaching, Biology classes
UC:	
Holding data: HD	Library of Faculty Sciences, Department of Biology and Ecology, 21000 Novi Sad, Serbia, Trg Dositeja Obradovića 2

Note: N	None
Abstract:	
<p>AB</p> <p>For the use of the issue of this doctoral thesis was first developed an interactive electronic textbook for biology IV discharge gymnasium of the science stream, and then analyzed the efficiency of its use in relation to traditional teaching. Pedagogical research was conducted on a sample of 167 students (85 students in the experimental and 82 students in the control group). Students E groups are the content of teaching topics Fundamentals of molecular biology in the fourth grade of high school realized by using an interactive electronic textbooks, individual form of work, while students K group of the same content processed by traditional teaching methods and frontal form of work while at home learning from printed textbooks.</p> <p>Experimental and control groups were matched at baseline based on the success of students in biology at the end of III. year of high school, and based on the results of the initial test.</p> <p>After the realization of that teaching topics the students of both groups were doing the final test, a retest after 75 days. They also conducted a survey of students E group and biology professors who work in the gymnasium of the implementation of electronic textbooks in teaching biology. After that, statistically processed and analyzed the results of tests and surveys.</p> <p>Students E group have achieved better results in the final test and retest students K group. The differences in their attainment of the final test and retest (in favor of group E) were statistically significant both at the individual level cognitive (knowledge of facts, understanding the concepts and application of knowledge), and the tests as a whole.</p> <p>Results of the final test confirmed the greater efficiency of teaching biology with the use of electronic textbooks in comparison to traditional teaching. Retest results have confirmed high durability (quality) knowledge of biology adopted using the electronic textbook in relation to the knowledge gained by traditional methods. Higher student achievement E group at the final test and retest compared to students in K group is a result of implementation of electronic textbooks and individual forms of work in teaching biology.</p> <p>E group students and professors of biology who work in high school are expressed positive views on the implementation of electronic textbooks in teaching biology. This shows that they accept the introduction of innovative models of work in the classroom.</p> <p>Higher student achievement E group at the final test and retest compared to students in K group and positive attitudes of students and teachers on the implementation of electronic textbooks in teaching biology in high school suggests the design and use of electronic textbooks performed according to the current curriculum in teaching biology and other subjects.</p>	
Accepted by the Scientific Board on: ASB	24.5.2012.
Defended: DE	
Thesis defend board: DB	
President :	dr Jelena Purać, Ph. D., associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
Member:	dr Tomka Miljanović, Ph. D., full professor Faculty of Sciences, Novi Sad
Member:	dr Olivera Gajić, Ph.D., full professor, Faculty of Philosophy, Novi Sad
Member:	dr Sonja Ristić, associate professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
Member:	dr Vera Županec, Ph. D., associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad